



Víctor Navarro Brotóns

“La *Libra Astronómica y Filosófica* de Sigüenza y Góngora: la polémica sobre el cometa de 1680”

p. 145-186

Carlos de Sigüenza y Góngora
Homenaje 1700-2000. I

Alicia Mayer (coordinación y presentación)

México

Universidad Nacional Autónoma de México
Instituto de Investigaciones Históricas

2000

394 p.

Figuras

(Serie Historia Novohispana 65)

ISBN 968-36-8219-7

Formato: PDF

Publicado en línea: 10 de diciembre de 2019

Disponible en:
http://www.historicas.unam.mx/publicaciones/publicadigital/libros/371_01/siguenza_gongora.html



LA *LIBRA ASTRONÓMICA Y FILOSÓFICA* DE SIGÜENZA Y GÓNGORA: LA POLÉMICA SOBRE EL COMETA DE 1680*

VÍCTOR NAVARRO BROTÓNS

Carlos de Sigüenza y Góngora es, sin duda, uno de los científicos más destacados del siglo XVII en todo el ámbito hispánico.[1] Ingresó como novicio jesuita en 1660 en el colegio de Tepotzotlán, pero fue expulsado de la Compañía de Jesús por mala conducta en 1667. A lo largo de su vida, solicitó varias veces su reintegración y su albacea aseguró que obtuvo la gracia *in articulo mortis*, aunque la documentación sobre esto es ambigua.[2] Tras su expulsión, Sigüenza se inscribió en la Universidad de México, en la facultad de cánones,[3] aunque no concluyó estos estudios, orientando sus intereses hacia las disciplinas matemáticas. En 1672 ganó la cátedra de astrología y matemáticas de la Universidad.

Esta cátedra fue inaugurada en México el año 1637 como respuesta a las peticiones de los estudiantes de medicina y a la iniciativa del mercedario fray Diego Rodríguez, matemático competente, que fue su primer titular.[4]

Éste dejó una serie de manuscritos de matemáticas y astronomía y un texto impreso titulado *Discurso etheorologico del Nuevo Cometa, visto en*

*Quiero expresar mi agradecimiento a Enrique González y a Alicia Mayer por su sugerencia para que estudiara la *Libra* de Sigüenza y Góngora, y por facilitarme una copia de esta extraordinaria obra. También le agradezco a Leticia Mayer los materiales que me ha hecho accesibles y a José Chabás por leer el manuscrito, hacerme algunas sugerencias y señalar algunas erratas, que son para mí siempre una auténtica pesadilla. Las que hayan quedado son sólo responsabilidad mía y del diablillo travieso que se cuela por nuestros ordenadores.

[1] Sobre Sigüenza y Góngora, véase Pérez Salazar (1928), Leonard (1984), Trabulse (1974), Moreno (1983) y Mayer (1998). En esta última obra puede verse bibliografía adicional actualizada.

[2] Como lo ha señalado González (en prensa). Le agradrezco al autor que me haya facilitad una copia de su trabajo inédito.

[3] Y no en la de teología, como se viene diciendo desde Pérez Salazar. Debo esta aclaración a González (1999).

[4] Sobre fray Diego Rodríguez, véase Trabulse (1985 y 1994).

aqueste Hemisferio Mexicano; y generalmente en todo el mundo. Este año de 1652 (México, 1652).[5] Este trabajo muestra que Rodríguez estaba familiarizado con la literatura astronómica europea de la época, y que seguía con atención las nuevas doctrinas y descubrimientos. Defiende en él la naturaleza celeste de los cometas y novas. Afirma que los cielos son fluidos y sigue el sistema de Tycho Brahe, como era frecuente entre los astrónomos de la Europa católica.[6] Cita las observaciones de Galileo hechas con el telescopio, y sus descubrimientos de los satélites de Júpiter y Saturno (hasta Huygens, la naturaleza del anillo se interpretaba a menudo como satélites), el relieve lunar y las fases de Venus. Rodríguez, por lo tanto, afirma implícitamente la competencia del astrónomo para tratar cuestiones de filosofía natural.

Sobre los cometas, Rodríguez dice que se mueven según círculos máximos por la región celeste, y no según líneas rectas como había propuesto Kepler, ya que el movimiento rectilíneo "no es admisible en la naturaleza".[7] Acerca de la génesis de este tipo de fenómenos, sugiere que se forman de materia de la Vía Láctea, por un proceso de condensación y, acerca de la cola, dice aceptar la teoría óptica formulada ya en el siglo XVI por Gemma Frisius, Jean Pena y Cardano a partir de las sugerencias de Pedro Apiano y Fracastoro, según la cual dicha cola es un efecto de la iluminación de la cabeza por el Sol.[8] No obstante, la versión que Rodríguez ofrece es más parecida a la de Kepler, ya que

[5] Hemos consultado el *Discurso* de fray Diego, a partir del extracto publicado por Trabulse (1984), p. 88-99.

[6] La afirmación de Trabulse (1994), p. 210-212, de que fray Diego era copernicano es infundada. Trabulse confunde el sistema de Tycho Brahe con el difundido por Martianus Capella, lo que le lleva a afirmar que el sistema de Brahe era el de Copérnico camuflado. Pero en el sistema de M. Capella, Mercurio y Venus giran alrededor del Sol, que a su vez gira alrededor de la Tierra. En el de Tycho Brahe, en cambio, todos los planetas giran alrededor del Sol, que a su vez gira alrededor de la Tierra. Y esto es lo que dice fray Diego: "los cinco planetas, Saturno, Júpiter, ...(como afirman Tychon y otros muchos), que se mueven alrededor del Sol, concéntricamente...". Véase el *Discurso*, p. 92, de la edición de Trabulse citada. Por lo demás, fray Diego, en diversos lugares del texto deja bien claro que la Tierra está en el centro del cosmos.

[7] Efectivamente, el movimiento rectilíneo podía implicar la infinitud del universo, algo difícil de admitir para un astrónomo de Nueva España. Pero Kepler tampoco creía en la infinitud del universo; para él los cometas no eran cuerpos permanentes, sino que se disipaban por el cosmos a través de la cola. Rodríguez parece suscribir en parte una teoría cometaria semejante a la de Kepler; por ello no deja de ser extraño que rechace tan tajantemente el movimiento rectilíneo: acaso por un deseo de evitar la asociación con las ideas de un copernicano como Kepler. Véase, sobre las teorías de Kepler, Ruffner (1971), Genuth (1988), Barker (1993).

[8] Apiano y Fracastaro habían observado que la cola siempre apuntaba en dirección opuesta al Sol. Gemma Frisius sugirió que la cola era un efecto de la refracción de los rayos solares, y Jena Pena elaboró la idea, afirmando que los cometas estaban sobre la Luna. Cardano hizo afirmaciones similares a Pena. Véase Barker (1993).



afirma que la cauda se forma de materia arrojada de la cabeza y que ésta tiene una vida finita.

Rodríguez también se ocupó de cuestiones técnicas y determinó con gran precisión la longitud de México, a partir de la observación del eclipse de Luna del 20 de diciembre de 1638. Al parecer, también publicó pronósticos astrológicos, con los seudónimos de "El Cordobés" y de "Martín de Córdoba".[9]

A Rodríguez le sucedió en la cátedra fray Ignacio Muñoz, quien tomó posesión en agosto de 1668. Muñoz era de la Orden de Predicadores y llegó a México procedente de Filipinas, de paso a España. Conservó la cátedra hasta 1672, aunque hacia 1670 ya se había trasladado a .[10] De este autor se conserva un volumen manuscrito que trata cuestiones de matemáticas, óptica, astronomía y geografía, con interesantes noticias de sus lecturas y relaciones personales, así como de sus actividades científicas en Manila y en México.[11] Entre los autores cuyas obras Muñoz comenta o de las que extrae fragmentos, figuran: Daza Valdés, Tycho Brahe, Mario Bettini, Juan Neper (Napier), Athanasius Kircher, Cristophoro Borri, Giovanni Battista Riccioli, Juan de Rojas, Francisco Suárez Argüello y Andrés García de Céspedes.

Al quedar vacante la cátedra por la partida de Ignacio Muñoz, Luis Becerra Tanco la pidió alegando tenerla en regencia. Aunque obtuvo la cátedra, tras un ejercicio que consistió en la exposición de los círculos de la esfera, la desempeñó muy poco tiempo, ya que falleció a los dos meses y medio. Se convocaron oposiciones a las que concurrieron Sigüenza y Góngora, Juan de Saucedo y José Salmerón de Castro. La ganó, como hemos adelantado, Sigüenza con una exposición sobre el *ortu et ocassu signorum*.[12] Sigüenza se jubiló como catedrático en 1693, aunque siguió dando clases con interrupciones durante algún tiempo.[13] Murió en el año de 1700, dando fin a la cátedra de astrología y matemáticas fundada en el siglo XVII.

Como científico, Sigüenza se interesó principalmente por la astronomía. Publicó numerosos lunarios y almanaques o pronósticos, que

[9] Véase Quintana (1969), p. 51 y 62.

[10] En un manuscrito conservado en la Academia de la Historia, Col. *Cortes*, 9/2782, relativo a una "Operación geometrica synoptica y universal para dividir qualquier angulo rectilineo en las partes iguales, o proporcionales, que se pidieren", figura al final la firma de "Fray Ignacio Muñoz", en Madrid, 28 de julio de 1670.

[11] Se conserva en la Biblioteca Nacional de Madrid, manuscrito 7111. Estamos realizando un estudio del mismo.

[12] Véase Quintana (1969), p. 61-65.

[13] Véase el trabajo de González (en prensa), que incluye una relación de asistencias y faltas de Sigüenza a su cátedra.



incluían cuidadosas observaciones astronómicas junto a los pronósticos astrológicos. También cultivó la cartografía: trazó un mapa de la bahía de Pensacola, tras haber participado como cosmógrafo en la expedición, dirigida por Andrés de Pez, que en 1693 recorrió la costa del Golfo de México. Su mapa de Nueva España, publicado en 1675, fue el primero que incluyó todo el Virreinato. Hizo también un mapa "de las aguas que vienen a la laguna de Texcoco" al ocuparse en 1691-1692 de los problemas de drenaje de la ciudad de México.

Además de los lunarios y almanaques, los escritos de astronomía de Sigüenza, que nos han quedado o de los que tenemos noticia, son los dedicados a discutir las doctrinas sobre los cometas y los pronósticos asociados a estos fenómenos y, en particular, al cometa de 1680-1681: el *Manifiesto filosófico contra los cometas* (1681), el *Belerefonte matemático contra la quimera astrológica*, escrito como respuesta a las críticas de Martín de la Torre a su *Manifiesto*, y la *Libra Astronómica y Filosófica* (1690), dedicada principalmente a responder a las críticas realizadas por Eusebio Kino también a su *Manifiesto*. De éste no quedan ejemplares, pero fue incluido en la edición de la *Libra*. En cambio, del *Belerefonte* sólo quedan algunos pasajes citados por Sigüenza en la *Libra*. En las páginas que siguen pretendemos examinar el contenido de esta obra fundamental en la historia de las ideas en México, como ya señaló José Gaos,[14] centrándonos especialmente en la polémica de Sigüenza con el jesuita Eusebio Kino, en el contexto de las ideas que circulaban en la época acerca de los cometas.

El Manifiesto filosófico contra los cometas *de Sigüenza*

La *Libra Astronómica y Filosófica* de Carlos de Sigüenza y Góngora es la respuesta que éste dio a los ataques que se le dirigieron a su anterior escrito, el *Manifiesto filosófico contra los cometas despojados del imperio que tenían sobre los tímidos*.[15] Éste está dedicado a la virreina y su principal propósito, indicado en el título, era mostrar que las doctrinas astroló-

[14] En la presentación a la reedición de la *Libra* de 1959.

[15] El título completo de la *Libra* era: *LIBRA ASTRONÓMICA Y FILOSÓFICA en que D. Carlos de Sigüenza y Góngora, Cosmógrafo, y Mathemático Regio en la Academia Mexicana, Examina no sólo lo que a su MANIFIESTO FILOSÓFICO contra los cometas opuso el R.P. Eusebio Francisco Kino, de la Compañía de Jesús, sino lo que el mismo R.P. opinó y pretendió haber demostrado en su EXPOSICIÓN ASTRONÓMICA del cometa del año 1681*, y fue publicada por Sebastián de Guzmán y Córdova, amigo de Sigüenza, en 1690. El *Manifiesto filosófico contra los cometas* se publicó en México en 1681 y, como hemos dicho arriba, fue reeditado e incluido completo en la *Libra*, p. 10-27.



gicas que afirmaban que los cometas anunciaban o eran causa de males carecían de todo fundamento.[16]

Para lograr su propósito, Sigüenza comienza señalando que hasta entonces nadie había establecido con certeza "de qué y en dónde se engendran los cometas". Y aun reconociendo que la causa de los cometas sea sobrenatural, resultado de la omnipotencia divina con alguna intención (es decir, serían signos), y deben por tanto venerarse como obra divina, es ocioso averiguar lo que significan porque ello sería tanto como "querer averiguar a Dios sus motivos". Es decir, no puede afirmarse que sean causa de males, porque su origen, naturaleza y posición nos son desconocidas. Tampoco que sean signos, pues aunque sean obra de Dios, no tenemos las claves para averiguar su significado.

Seguidamente, Sigüenza pasa a comentar las doctrinas más difundidas acerca de la naturaleza y causa de los cometas. Los cometas o son celestes o son sublunares. Si son sublunares estarían formados, como dice Aristóteles, de exhalaciones levantadas del mar y de la tierra hasta la suprema región del aire donde se encenderían. Y si esto es el cometa, no hay que asustarse por ellos más que por las estrellas fugaces que se ven cada noche y que son de la misma naturaleza que el cometa, sólo que de menor duración, como dijo el filósofo griego.

Si se acepta, en cambio, que los cometas son celestes, o bien se forman de exhalaciones de las estrellas reuniéndose en un lugar donde se consumen, encendidos por el Sol, proceden de las exhalaciones del astro rey, que son las que forman las manchas solares, las cuales, arrojadas al éter por el calor del mismo (como una ebullición) se encienden allí, hasta que se resuelven y acaban. O proceden de exhalaciones de todos los planetas que dan origen a un conglomerado que es consumido por el fuego etéreo.

Sea cual fuere su causa, su efecto, a juicio de Sigüenza, no puede ser sino benéfico, y son una muestra de la Providencia divina, ya que tanto si son sublunares como si son celestes, el resultado no es sino que el incendio final de los cometas limpia la Tierra o el cielo de sus excrecencias.

Sigüenza reconoce que se puede acudir a la opinión de poetas, astrólogos, filósofos y santos padres, para contradecir la suya, como hacen frecuentemente los defensores de la astrología. Pero las omite, "porque no quiero latines en lo que pretendo vulgar". A los poetas les dice que hablan según la opinión del vulgo; a los astrólogos, que él también lo es y sabe de qué pie cojea la astrología y la suma debilidad

[16] Sobre Sigüenza y Góngora y la polémica con Kino, véanse las obras citadas en la nota 1. Además, Trabulse (1984) ha reproducido amplios fragmentos de los textos de la polémica. Véase también Bolton (1936).



de sus fundamentos; a los filósofos los reúne con los poetas, y de los santos padres dice que ninguno de ellos pretendió asentar sus afirmaciones como dogmas filosóficos, sino que se valieron de estos fenómenos con propósitos edificantes.

Por otra parte, a la creencia de que son causas o signos de guerras, esterilidades, hambres, mortandades, pestilencias, etcétera, Sigüenza responde que todas estas cosas y otras muchas calamidades se han producido a lo largo de la historia, tanto si han aparecido cometas como si no. Además, dado que los cometas giran alrededor de la Tierra, sus efectos malignos se producirían en toda ella, y no en algunas partes determinadas.

Al final, Sigüenza anuncia la publicación de un texto mucho más largo, donde desarrollará ampliamente todos estos argumentos y expondrá "las observaciones exquisitas que he hecho de este cometa, que (sin que en ello me engañe el amor propio) no dudo serán aplaudidas y estimadas de aquellos grandes matemáticos de la Europa, que las entenderán porque las saben hacer". Con todo, no deja de adelantar algunos datos acerca de su trayectoria, longitud de la cola, movimiento y posición opuesta de la cola al Sol, "como es ordinario".

Kino y su Exposición astronómica *del cometa*

El padre Eusebio Francisco Kino, de la Compañía de Jesús, de tránsito hacia las misiones de la Pimería, visitó la capital de Nueva España, permaneciendo en ella desde 1681 hasta 1683. Nacido en Segno, en el valle del Non y cerca de Trento, donde ingresó en la Sociedad de Jesús, estudió filosofía y teología en Ingolstadt y Munich. Se interesó mucho por las matemáticas y entre sus profesores en estas materias figuran los cartógrafos padre Adam Aigengler y padre Scherer. Sus conocimientos de matemáticas le valieron la invitación del duque de Baviera de hacerse profesor de esta materia bajo su mecenazgo. Pero Kino soñaba con convertirse en misionero de lejanas tierras y solicitó ser enviado a las Indias o a China, aunque sus preferencias iban por esta última región. Finalmente se decidió enviarlo a México.[17] Kino se embarcó en Cádiz en el *Nazareno*, barco de una flota en la que también viajaba el virrey de Nueva España y su esposa, la condesa de Paredes. Pero el barco en que tenía que viajar Kino sufrió un accidente y tuvo que permanecer en Cádiz, en el colegio jesuita de esta ciudad. Allí inició

[17] Para la biografía de Kino, véase Bolton (1936) y Burrus (1954). También Jost (1978).



una correspondencia con la duquesa de Aveiro y Arcos, de Madrid, muy interesada por promover las misiones de los jesuitas en Oriente. Durante su estancia en esa ciudad, Kino tuvo la oportunidad de observar el cometa aparecido en 1680, informando a la duquesa de Aveiro de sus observaciones y de las consecuencias desastrosas del fenómeno: "para la Europa, particularmente para tres o quatro reinos significa muchas esterilidades, hambre, tempestades, algunos temblores de la tierra, grandes alteraciones de los cuerpos humanos, discordias, guerras [...] muerte de muchíssima gente y particularmente de algunas personas muy principales. Dios nuestro Señor nos mire con ojos de piedad".[18] Finalmente, el 27 de enero, Kino inició su viaje hacia Nueva España, desembarcando en Veracruz a primero de mayo de 1681. En México se prepararon dos expediciones, una a California y otra a Nuevo México para reconquistarlo de los nativos. Kino se dirigió a la primera, donde adquirió su fama de misionero. Entretanto, durante su estancia en México conoció a Sigüenza y Góngora, profesor de astrología y matemáticas en la Real y Pontificia Universidad de México, astrónomo y matemático de reconocido prestigio e infatigable elaborador de lunarios y almanaques. Sigüenza, por otra parte, gozaba del mecenazgo de la esposa del virrey, la condesa de Paredes, para la que Kino llevaba una carta de presentación de la duquesa de Aveiro. El jesuita llegó a México acompañado de su fama de estudioso con amplio dominio de las disciplinas matemáticas. Sigüenza lo presentó a sus amigos y contribuyó a difundir su fama. También le proporcionó algunos mapas para la preparación de su viaje a California. Para entonces, Sigüenza ya había publicado su *Manifiesto* y su réplica a la defensa de la astrología por Martín de la Torre: *el Belerefonte matemático*.[19] Los nuevos amigos, Kino y Sigüenza, hablaron de diversos temas de interés común y, entre ellos, del cometa. Pero el religioso no le informó que estaba escribiendo un tratado sobre el mismo hasta el día de su partida a California, aunque Sigüenza había oído rumores de sus amigos. Al despedirse de él, Kino le entregó una copia de su libro, invitándole a que lo leyera y diciéndole que entonces tendría algo sobre qué escribir. Sigüenza consideró la obra de Kino como un ataque directo a su *Manifiesto*.

[18] Véanse las cartas de 28 de diciembre de 1680 y 8 de enero de 1681, en Burrus (1954), p. 136 y 141.

[19] De esta obra no quedan ejemplares, ni quedaban ya cuando Sebastián de Guzmán imprimió la *Libra*. De ella se sabe lo que dice este autor en el prólogo a la *Libra*, y lo que dice el propio Sigüenza en su polémica con Martín de la Torre al final de la obra, en Sigüenza (1959), p. 317-380. Véase abajo. Citamos la *Libra* siguiendo la numeración de los párrafos, de acuerdo con la edición de 1954.

La *Exposición astronómica de el cometa* de 1680, del jesuita aparte de la dedicatoria, a la que nos referiremos más adelante, y de las aprobaciones, licencias y un poema, consta de diez capítulos.[20] A lo largo de los nueve primeros, expone sus ideas acerca de los cometas, su formación y naturaleza, su duración y movimiento, la estimación de su posición y distancia a la Tierra, su tamaño y el de su cola, y la naturaleza de la de ésta. Finalmente, el capítulo diez, el más largo de todos y el que motivó la polémica con Sigüenza está dedicado a "De lo que pronostica el Cometa de 1680 y 1681, o que anuncie próspero, o infeliz amague".

Las ideas de Kino acerca de los cometas no son muy diferentes a las expuestas por el novohispano en el *Manifiesto*. Ambos distinguen entre cometas celestes y sublunares; ambos los suponen formados por exhalaciones terrestres, los primeros, o de los astros, los segundos. Ambos muestran una clara simpatía por la doctrina que relaciona el cometa de 1680 con las manchas solares, de acuerdo con la teoría desarrollada por Kircher en su *Iter Exstaticum*, aunque no era original de este autor.[21] Ideas, por otra parte, corrientes entre la literatura cometaria de la época, prolijamente explicadas y discutidas en el *Almagestum Novum*, de Riccioli, una auténtica enciclopedia de la astronomía de mediados del siglo XVII, que nuestros dos contendientes conocían y citaron muchas veces.[22] También se podía encontrar una discusión sobre los cometas y las distintas opiniones sobre su naturaleza, ubicación, etcétera, en la *Esphera en común celeste y terráquea*, del astrónomo jesuita, profesor del Colegio Imperial de Madrid, el valenciano José de Zaragoza. Un autor que tanto Kino como Sigüenza también citan.[23]

[20] El título completo es: *Exposicion astronomica de el cometa que el año de 1680 por los meses de Noviembre y Diciembre, y este año de 1681, por los meses de Enero y Febrero, se ha visto en todo el mundo, y le ha observado en la Ciudad de Cádiz.*

[21] Sobre el *Iter exstaticum* de Kircher, publicado por primera vez en Roma en 1656, véase Camenietzki (1995). Sobre la astronomía de Kircher, véase también Flechter (1970 y 1986), "Astronomy in the life and works of Athanasius Kircher", *Isis*, 61 (1970).

[22] Véase en Riccioli (1651), v. 2, lib. VIII, sec. I, cap. VI, p. 35 y ss., una relación de todas las opiniones sobre los cometas, que Riccioli distribuye en "doce opiniones". A ello sigue una detallada discusión de las diferentes opiniones.

[23] Sobre Zaragoza, véase mi trabajo, Navarro (1996) y la bibliografía citada en él. En este trabajo puede verse también información sobre la influencia de Kircher en España y su relación con los científicos y eruditos españoles. Sobre José de Zaragoza, véase también la tesis doctoral de Rosselló (1998), que forma parte del proyecto, en el que trabajamos Víctor Navarro, Vicente Luis Salavert, Eduard Recasens, Santiago Garma y Tayra Lanuza, con el propósito de reconstruir la actividad científica en las disciplinas citadas, incluida la filosofía natural, en la España del siglo XVII. A este proyecto ya dediqué mi tesis de doctorado, Navarro (1978). Recientemente he concluido un estudio sobre la relación de Riccioli con España, Navarro (1999), que aparecerá en las Actas del Convegno: *Riccioli e il merito scientifico dei gesuiti nell'età barocca* (Ferrara-Bondegno, 1998), organizado por Ugo Baldini, Maria Teresa Borgato, Juan Casanovas y Luigi Pepe (coordinador). Sobre la relación de Kircher con algunos jesuitas novohispanos, véase Romero (1993).



Sin embargo, en el capítulo x, relativo al pronóstico del cometa, Kino discrepa completamente de lo expuesto por Sigüenza en su *Manifiesto* y trata de refutarlo punto por punto. Comienza exponiendo que hay dos sentencias que se refieren a lo que los cometas anuncian, una la de los que afirman que nada malo hay que temer, sino que algunas veces prometen felicidad; y la otra, "opinión común", es que amenazan con infaustos y trágicos sucesos. En cuanto a la primera, Kino no deja claro si dicha opinión coincide con la de otro grupo, a saber, la de los que piensan que el cometa no significa absolutamente nada relevante para los habitantes de la tierra, defendida por diversos autores desde la Antigüedad. El propio Sigüenza había expresado esta opinión, limitándose a añadir que, si no obstante, se quiere afirmar que los cometas tienen alguna influencia, la de que ésta haya de ser mala no tiene ningún fundamento. En cuanto a su carácter de señal o signo de naturaleza divina, Sigüenza no la había negado, limitándose a desafiar a los que se atrevan a descifrar los misteriosos designios de Dios.

Seguidamente, Kino expone los "fundamentos y razones" en que basa su convicción de que los cometas "por la mayor parte" son precursores de desgracias. Los cuales son: 1. La autoridad de las gentes, "doctos e indoctos". 2. Los aforismos, máximas y sentencias. 3. Los anales de las historias. 4. La filosofía, que usualmente los llama monstruos del universo o celeste apostema. 5. Opiniones y testimonios de los modernos, entre los cuales incluye el de la duquesa de Aveiro que le había requerido su juicio sobre el portento. El sexto, su propio dictamen, lo pospone para más adelante.

A continuación presenta las réplicas de Sigüenza, sin nombrarlo, a todos estos argumentos, basándose en lo que éste escribió en el *Manifiesto*. Hace algún alarde de erudición filológica y responde, primero, que si no abundan tantos testimonios de cometas procedentes de la Antigüedad es porque éstos aparecen a medida que el mundo envejece; segundo, que no se afirma que a cada muerte de príncipe, monarca, o persona notable precede un cometa, sino que cuando éste aparece sucede algún acontecimiento fatal o triste; tercero, a los que dicen que dado que constantemente suceden desgracias, por qué atribuir algunas al cometa y ¿cuáles?; replica que es conveniente opinar con la mayoría; cuarto, que el cometa, siendo una exhalación o excrecencia, sería benévolo si se resolviera fuera del cuerpo, pero no cuando se queda dentro del mismo cuerpo del que salió; quinto, que debe distinguirse la adivinación por las entrañas de un animal, que los católicos no deben practicar ni temer, y los cometas, que son señales divinas que para nuestra salud y utilidad nos envía Dios y que como tales deben temerse.



Como se advierte en todo el texto, Kino se refiere al cometa unas veces como causa y otras como signo. En el epígrafe 4 de este capítulo lo expone con claridad: "el cometa es una señal, aviso, y ostentación visible, sobre toda filosofía, muy parecida a las pavorosas señales, de quienes dice el Evangelio". Es decir, es una señal que depende de la voluntad de Dios; y también es "indicio natural y philosóphico de la physica intemperie, perturbación, o deterioración de los cuerpos celestes...", cuando es celeste, o de la región elemental, cuando es sublunar. No obstante, admite que el cometa no es causa infalible de malos sucesos; también, que el carácter de signos les corresponde más a los cometas celestes, dado que es más difícil en tal caso justificar sus malos efectos sobre la Tierra por causas naturales. Por ello, aunque calificará al cometa de 1680 de celeste y formado de las manchas solares, tratará de mostrar que su cola mide tanto como la distancia de la Tierra al Sol, con lo que podría extenderse hasta la Tierra para producir sus nocivos efectos. En tal caso, los males estarían "causados" de forma natural por el cometa. De tal modo, Kino juega ambiguamente con los dos aspectos para conseguir un efecto de refuerzo mutuo.

Sigüenza contra la defensa de Kino de la astrología

A aquél no le costó mucho trabajo contestar a éste, punto por punto también a todas las réplicas que el jesuita había hecho a su *Manifiesto* y poner de relieve el poco fundamento de la defensa de la astrología por parte del religioso. Porque como el propio Sigüenza dice, él también era astrólogo y sabía de qué pie cojeaba la astrología:[24] conocía mucho mejor que Kino cómo se elaboraba un pronóstico. Por otra parte, Sigüenza tenía a su disposición obras como la de Riccioli, donde además de una exhaustiva exposición de las doctrinas sobre los cometas, figuraba un catálogo de los mismos, y una discusión sobre su valor predictivo, entre ellos el formidable y casi exhaustivo *Theatrum cometicum*, de Lubienietski, al que recurrió con frecuencia en su *Libra*.[25] Por ejemplo, lo utilizó para poner de relieve que los cuatrocientos quince cometas registrados por Lubienietski desde el principio del mundo hasta

[24] En el *Manifiesto*; véase la p. 20 de la *Libra*, en Sigüenza (1959).

[25] El *Theatrum cometicum* constaba de tres partes: en la primera se incluía toda la correspondencia e información reunida por Lubienietski sobre los cometas y especialmente sobre el cometa de 1664-1665, la segunda, era una *Historia universalem omnium cometarum à tempore diluvium ad ann.1665 qui numer, 415 ennarantur...* y la tercera se titulaba *Theatri Cometici exitus de significatione Cometarm.* La primera edición se publicó en Amsterdam en 1666-1668, en dos volúmenes y tres partes. Hemos usado la segunda edición, de 1681.



1665 habían sido acompañados de acontecimientos similares a los que suceden cuando no hay cometas, "y es lo que siempre se advierte en todos los siglos", así como de otros muchos trabajos sobre cometas o de astronomía, en general, donde con cada vez mayor frecuencia se discutía la validez de la astrología.

En síntesis, el ataque de Sigüenza se puede esquematizar como sigue:

Primero, contra el argumento de autoridad de Kino, aquél reclama constantemente que lo que está en juego es la verdad, y ésta se decide con argumentos racionales y con hechos, no con citas de autoridades. Aquí nos recuerda inevitablemente las criticas de Galileo a Orazio Grassi en el *Saggiattore*: " me parece, además, descubrir en Sarsi la firme creencia de que para filosofar es necesario apoyarse en la opinión de algún celebre autor...".[26] En definitiva, aquí se contrapone el saber como una hermenéutica, propio de la Edad Media, al saber como búsqueda activa y constructiva de la verdad.

Segundo, Sigüenza pone de relieve la ausencia demostrada de correlación entre la aparición de los cometas y determinados hechos atribuidos a ellos.

Tercero, descubre la ambigüedad calculada de Kino, que unas veces lo califica de signo y otros de causa. Pero si es causa, ha de demostrar lo maligno de sus efectos. Para ello, el jesuita recurre a que su atmósfera y cola fueron tan grandes que tocaron la atmósfera de la Tierra. Teoría que será totalmente refutada por Sigüenza, mostrando el nulo rigor de sus cálculos matemáticos.

Crítica de las observaciones y estimaciones de Kino

En la *Libra* (p. 231 y siguientes) , Sigüenza sometió a un riguroso análisis las observaciones y estimaciones de Kino de la posición del cometa y del tamaño de la cola. Este análisis muestra que el jesuita fue poco cuidadoso en sus observaciones y cálculos, acaso excesivamente confiado de su superioridad científica.

[26] Este pasaje continúa con la famosa alusión de Galileo al lenguaje en que está escrita la filosofía: "La filosofía está escrita en ese grandísimo libro que continuamente está abierto ante nuestros ojos (es decir, el universo), pero no se puede entender si primero no se aprende a comprender su lenguaje [...] Está escrito en lengua matemática y los caracteres son triángulos...". Véase Galileo (1890-1909). La traducción del pasaje es mía. Véase V. Navarro, *Galileo*, Barcelona, Península, p. 87. Como se ha señalado (E. Garin, *La cultura filosofica del Rinascimento Italiano*, Firenze, Bompianai, 1994, p. 457-458) Galileo usa una terminología típicamente mágico-astrológica: los "caracteres", para transferirlos a otro plano y quitarles toda su carga misteriosa y oculta. Todo ello parece pertinente para referirnos a la posición epistemológica que se va abriendo paso en Sigüenza.



Kino, en su *Exposición*, para estimar la posición y distancia del cometa a la Tierra había propuesto dos modos de averiguar su paralaje, de la cual los astrónomos infieren dicha distancia. El primero, mediante observaciones realizadas simultáneamente en lugares distintos. El segundo, realizando dos observaciones del cometa en una misma noche y lugar, en dos tiempos diferentes. Estos dos métodos formaban parte del arsenal habitual de los astrónomos para calcular las paralajes y están descritos prolijamente por Riccioli en su *Almagestum novum*, obra conocida y citada reiteradamente por nuestros dos contendientes, aunque usada por Kino de forma muy descuidada, como hemos adelantado.

Según éste, si el punto B (véase figura 1) representa la posición de Cádiz y D la de México (o Roma) y A el cometa: el arco CE medirá la paralaje, que será tanto mayor o menor, cuanto más alejado esté el cometa de la Tierra. Aunque esto, de forma muy general, es cierto, en particular y tal y como Kino lo plantea exige que Cádiz y México (o Roma) formen un mismo plano vertical con el cometa en el momento de la observación, lo que Kino deja suponer sin ninguna prueba. Por otra parte, con todo rigor EC no mide la paralaje, ya que ésta se mide por el ángulo que forman las líneas trazadas al cometa desde el lugar de observación y desde el centro de la Tierra. Como Sigüenza señala, EC habría de ser "el agregado de las dos paralajes que tiene en el vertical, según las varias alturas a que los observadores lo vieron". Tampoco es estrictamente cierto, añade Sigüenza, que a mayor paralaje mayor distancia, ya que la paralaje depende también de la altura del astro sobre el horizonte. Además de que debe tenerse en cuenta el efecto de la refracción, que eleva la altura aparente, y que Kino no menciona en ningún momento. A todo lo cual ha de añadirse la incertidumbre acerca de la diferencia de longitud geográfica entre los dos lugares.

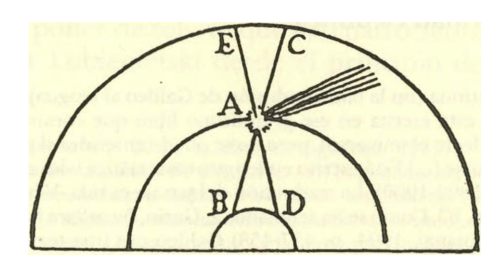


Figura 1



Realizadas estas críticas, Sigüenza expone el modo correcto de calcular la paralaje, si se ha observado en un mismo tiempo la distancia del cometa a una estrella, y las distancias al cenit ("vértice") de ésta, en dos lugares de latitud y longitud geográficas conocidas. Sigüenza lo llama "problema grimáldico", porque figura descrito en el *Almagestum Novum* y atribuido por Riccioli a su amigo y colaborador Grimaldi (en la figura de Sigüenza hay un error, ya que C debe estar en la intersección de SR y MV, como el propio novohispano indica en el texto; véase la figura 2).[27] Sigüenza sigue paso a paso a Grimaldi y describe los triángulos esféricos que deben usarse para obtener las dos paralajes del cometa en las dos verticales.

Después de explicar cómo se resuelve matemáticamente el problema, Sigüenza no deja de señalar que su aplicación a un caso particular

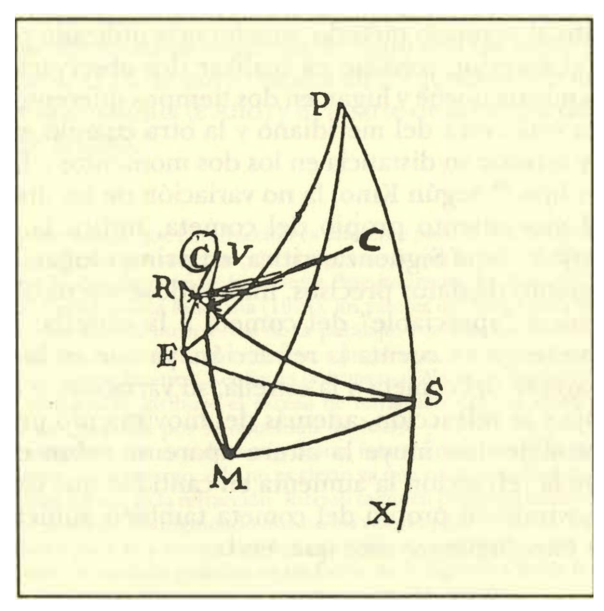


Figura 2. La flecha indica la correcta posición de C (VM)

[27] Véase Riccioli (1651), v. 2, lib. VIII, sec. I, p. 113. Riccioli, tras enunciar el problema, dice: "Proposui hoc problema, dum haec agitarem, P. Francisco Mariae Grimaldo, ille autem incredibili celeritate ac solertia illud solvit...". Riccioli-Grimaldi señalan las dificultades del problema, entre ellas, contar con las observaciones adecuadas y que las observaciones se hayan realizado al mismo tiempo; si no es así, para reducirlas al mismo tiempo hay que suponer que el movimiento propio del cometa es uniforme. Todo lo cual introduce incertidumbre en la resolución del problema.

exige conocer la diferencia de longitud entre dos ciudades, como México y Cádiz o Roma, lo que está aún lejos de la realidad. También, que el que desde diversos lugares se observe la misma distancia del cometa a una estrella no implica que tenga poca o ninguna paralaje.[28] Así, esta consideración de Sigüenza abunda en la no especificación por Kino de las condiciones precisas del fenómeno y las técnicas o procedimientos y datos observacionales.

Kino tan sólo había expuesto una simplificación didáctica del procedimiento. Tras exponer el método, dice que por haberse hecho a la vela desde Cádiz para Nueva España carecía de las observaciones hechas en Francia, Italia y Germania, para combinarlas con las suyas y definir la mayor o menor distancia del cometa a la Tierra (*Exposición*, f. 6v). Sigüenza (p.244) comenta que le propuso un intercambio de observaciones sin conseguir que Kino le informara sobre las alturas y distancias a las fijas que había observado, a pesar de que él le proporcionó las suyas.

En cuanto al segundo método, mucho más utilizado por los astrónomos que el anterior, consiste en realizar dos observaciones del cometa en una misma noche y lugar, en dos tiempos diferentes (una cuando el cometa está cerca del meridiano y la otra cuando está cerca del horizonte), y estimar su distancia en los dos momentos a la (o las) mismas estrellas fijas.[29] Según Kino, la no variación de las distancias, descontando el movimiento propio del cometa, indica la ausencia de paralaje sensible. Aquí Sigüenza critica, en primer lugar, que Kino en ningún momento dé datos precisos, limitándose a señalar que no encontró distancia "apreciable" del cometa a la estrella. En segundo lugar, que no tenga en cuenta la refracción, ya que en lo relativo a la distancia aparente del cometa a la estrella, su variación, o no, depende de la paralaje y la refracción, además del movimiento propio del cometa. La paralaje disminuye la altura aparente sobre el horizonte, mientras que la refracción la aumenta en cantidad que depende de la altura; el movimiento propio del cometa también aumenta la altura aparente de éste. Sigüenza dice que, en la

> ciencia de las refracciones es teorema demostrado que en una mesma altura verdadera, el astro, cometa o fenómeno más próximo a la Tierra

[28] También aquí sigue Sigüenza de cerca a Riccioli, que expone los diversos casos que se pueden presentar . Véase Riccioli (1651), v. 2, libro VIII, sect. I, p. 110.

[29] Este método había sido usado por Vicente Mut (1666) y por Zaragoza en su *Discurso del cometa del año 1664 y 1665*, conservado manuscrito, donde discute ampliamente el procedimiento. Véase, sobre éste y otros procedimientos para determinar la paralaje, Riccioli (1651), v. 2, lib. X, sec. V, y la discusión sobre la determinación de posición y distancia de los cometas en el lib. VIII, sec. I.



tiene mayor refracción, porque el ángulo de la inclinación, causado del rayo directo y la perpendicular a la tangente de la atmósfera terráquea (es decir, el ángulo de incidencia), es entonces mayor [p.248].

Aunque la afirmación de Sigüenza teóricamente es correcta, en la práctica la variación de la refracción con la distancia de los astros al centro de la Tierra es prácticamente nula y, desde luego, totalmente imperceptible. Sin embargo, en las fuentes de información que él manejaba y debido a los errores de que estaban afectadas las estimaciones de la paralaje y la refracción, se afirmaba con fecuencia la existencia de dicha variación.[30]

Sigüenza, además, pone en cuestión que Kino hubiese hecho la observación que describe, según la cual el 18 de enero, a las seis de la tarde, el cometa estaba en conjunción o "muy cerca" de la cabeza de Andrómeda (α And), y seis horas después, a la medianoche, seguía estando igualmente cerca (descontando el movimiento propio del cometa). Sigüenza compara esta observación supuesta de Kino con las suyas y señala que, según sus datos, el 18 de enero estaba en conjunción con *lucida scapulae* o luciente de la espaldilla (ε And) y 8º aparte de la cabeza de Andrómeda u ombligo de Pegaso.[31]

[30] Tycho Brahe asume que la refracción es diferente para el Sol, la Luna y las estrellas y, en el caso de ésta, afirma que su refracción es algo mayor que la del Sol debido a su proximidad. Véase Tycho Brahe, *Astronomiae Instauratae Progymnasmata*, en Brahe (19913-1929), v. 2, p. 64, 136 y 279. Como señala Maeyana (1974), los valores de Tycho para la refracción estaban viciados por los valores incorrectos de la paralaje. Por ello sus tablas para el Sol eran diferentes a las de las estrellas. Para evitar estos problemas, era necesario efectuar medidas independientes de los parámetros. Kepler en la *Astronomia Nova*, en Kepler (1937), v. 3, p. 144 y p. 136 de la traducción, atribuye el exceso de refracción del Sol sobre las estrellas a la turbulencia del aire causada por la oposición de Marte y el Sol. Riccioli (1651) dice que aunque Kepler niega que a mayor distancia de una fuente luminosa del centro de la Tierra la refracción es menor; sin embargo, ello no es cierto ya que cuando menor es la inclinación de los rayos incidentes menor es la refracción. Riccioli también presentó tablas diferentes para la Luna, el Sol y las estrellas, distinguiendo incluso los valores para el verano de los del invierno. Aunque sus valores para la paralaje del Sol eran mucho mejores que los de Tycho Brahe, seguían siendo aún demasiado grandes en un factor de 3. Sigüenza había leído con atención a Riccioli, cuyo *Almagestum Novum* era su principal obra de consulta.

[31] Según las (mis) estimaciones actuales, las coordenadas ecuatoriales y eclípticas de estas estrellas eran:

A And: Ascensión Recta: 23h 51' 55" (357º 58' 45": Sigüenza da 358º 30'); Declinación: 27º 18' 29": Oblicuidad de la eclíptica: 23º 28' 50,20"; Latitud: 25º 40' 28,66": Longitud: 9º 50' 40,29"

E And: AR 00h 21' 33"; Decl.: 27º 33' 55": Latitud: 23º 2' 3,78": Longitud: 16º 27' 31".

La diferencia de longitud entre las dos estrellas es, por lo tanto de 6º 36' 51", muy cerca de los 8º que da Sigüenza. En las *Ephemerides* de Argoli, edición de 1659, las longitudes de estas estrellas eran de 9º24' y 16º 54'. Riccioli en el AN, v. 1, libr. VI, p. 476 y ss., da como longitud de A And 9º 22' 32" para el año 1644 y 50" de precesión anual, con lo que resulta, para 1681: 9º 52,8' 32". La otra estrella no figura en el *Almagestum Novum*. Por lo tanto, salvo

Luego añade, para contrastar la verdad de sus datos, que Picard, destacado astrónomo de la Academia de Ciencias de París, encontró una distancia para ese día entre el cometa y la *lucida scapulae* de 50′ ½, lo que prácticamente coincide con sus datos.[32]

Por otra parte, dado que el cometa, según Kino, se movía con su movimiento propio 2 o 3 grados diarios, en las seis horas que van de una observación a otra habría recorrido 37′ 30″ ; si, no obstante, según asegura Kino, el cometa seguía en conjunción con la estrella, ello quiere decir que la paralaje (que disminuye la altura aparente) habría compensado el movimiento propio (que la aumenta) en cantidad igual. O sea, que la paralaje sería de unos 37′ 30″ . En el texto (p.263), hay un error, ya que dice que "la refracción" deprime los planetas y debe decir "la paralaje". Por otra parte, aquí Sigüenza no considera la refracción, aunque no deja de señalar que su demostración del error de Kino "está muy por mayor, pero bastante para probar el intento...", a saber, mostrar la total ausencia de rigor del jesuita, en lo que hemos de darle la razón.

Es interesante señalar que Sigüenza, antes de recurrir a la observación de Picard, que le proporcionó después, en 1687, el padre jesuita Pedro van Hamme, pone a Dios por testigo de la veracidad de sus observaciones y recurre a su condición de sacerdote.

Después de criticar la estimación de Kino de la ausencia de paralaje del cometa, pasa Sigüenza a analizar lo relativo a la cola. Kino había observado que la cola del cometa abarcaba alrededor de 60° y de ello trató de inferir que estaba alejada 1150 radios terrestres, que es la distancia media del Sol a la Tierra, según Tycho Brahe. Kino, por lo tanto, se mantenía en las reducidas dimensiones de Brahe y no atendía a que en el *Almagestum Novum*, Riccioli ya había propuesto una distancia media del Sol de 7300 radios terrestres, distancia que, en las dos décadas siguientes, los astrónomos ampliaron considerablemente. Sigüenza tampoco hace ninguna alusión a lo reducido de la distancia de Brahe, que parece dar por buena.

pequeños errores, tenía razón Sigüenza al señalar que las dos estrellas estaban separadas una cantidad sensible. También tiene razón en la p. 254 cuando señala que la ascensión recta del Sol era de 301° 34' (según el programa de Bretagnon y Simon, 1986, 301° 34'57"), por lo que , dada la diferencia entre las ascensiones rectas del Sol y la estrella A And (56° 56' según Sigüenza; *cir*. 56° 23' 48" según mis cálculos), cuando la estrella estaba en el meridiano aún faltaba más de una hora para que el Sol se ocultase (dado el arco semidiurno en Cádiz de unas 4 hs. 57' según Sigüenza, y de 5h 2',5 según mis cálculos) por lo que sería completamente de día y no se podría ver la estrella, en contra de lo que dice Kino.

[32] Esta referencia es un añadido posterior a la redacción original de la *Libra*. Según el, primer editor, Sebastián de Guzmán, estaba añadida por Sigüenza al margen del pasaje (p. 261) donde éste da fe de la veracidad de sus observaciones.



Kino trata de demostrar que para que la cola se vea con claridad y abarcando entre 54º y 60º, según sus observaciones, el cometa debe estar situado en "el cielo" del Sol, ya que de lo contrario se vería "más oblicua o con aspecto más torcido, ladeado o al sesgo" (*Expos.*, f. 8r), y por ello menor de como en realidad apareció. Todo ello va encaminado a probar que si el cometa está en el cielo del Sol y su cola abarca 60º, ésta debe medir 1150 radios terrestres, es decir, la distancia del Sol a la Tierra. Sigüenza prueba lo incorrecto de la argumentación del jesuita mostrando que, suponiendo que la cola del cometa abarcara 1150 r.t. y estando este cometa a una distancia inferior a la de la Luna, la cola podría aparecer abarcando 178º.

La demostración de Kino de que la cola mide 1150 r.t. se basa en que ésta abarca 60º, que es el lado de un hexágono inscrito en un círculo, que a su vez es igual al radio del círculo por donde supuestamente se mueve el Sol, que mide, también según Kino, en promedio 1150 r.t.

Sigüenza explica, en primer lugar, que el ángulo bajo el que se ve un cuerpo no es idéntico a su tamaño real. Luego muestra el poco rigor de las afirmaciones de Kino, ya que en su figura y demostración de que el cometa ocupa el lado del hexágono inscrito en el círculo de movimiento del Sol, Kino pone el cometa en el apogeo del Sol, cuando en la fecha en que lo observó el astro rey estaba en su perigeo. Consecuentemente, poniendo al Sol correctamente en el perigeo, para que la cola se viera de 60º, debería estar mucho más cerca de la Tierra que el Sol, con lo que queda invalidada la demostración de Kino (véase la figura 3).

Otra de entre las supuestas pruebas que Kino aporta para su afirmación sobre la distancia del cometa a la Tierra de 1150 semidiámetros, es la pretendida semejanza entre este cometa y el de 1664. Sigüenza muestra lo poco fundado de dicha hipotética semejanza, ya que se puede decir tanto esto como lo contrario, y aporta estimaciones de Vicente Mut, Zaragoza y Hevelius de la distancia de aquel cometa a la Tierra, totalmente diferentes de la atribuida por Kino.

El último argumento de Kino sobre esta cuestión de la distancia del cometa a la Tierra se apoya en la supuesta causa de su formación. Kino, entre las diversas explicaciones de la formación del cometa propuestas desde la Antigüedad, se acoge a la defendida por Kircher, quien la atribuía a las manchas solares. Según éste, los cometas eran exhalaciones de materia cálida y seca emitidas por cualquier globo del universo, incluida la Tierra. Como el Sol es el cuerpo celeste más dinámico, es natural que emita más de esta materia, siendo responsable de la mayor parte de los cometas que pueden verse en el cielo. Así, dado que el éter es muy sutil y está muy agitado en la región por donde circulan los astros, la materia emitida por el Sol puede concentrarse y convertirse



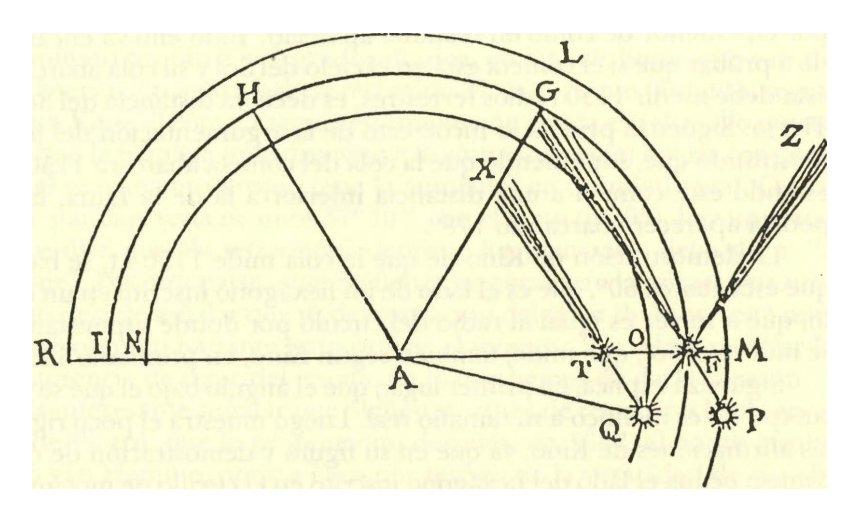


Figura 3

en un cometa. El movimiento subsiguiente es provocado por el propio Sol, que empuja el éter por su camino, y este éter lleva al cometa por una trayectoria próxima a la del Sol, pero que se aleja a medida que el cometa se deshace. Después de que el cometa se ha disuelto, la materia vuelve al cuerpo solar.[33] La teoría de la formación de los cometas a partir de las manchas solares no era original de Kircher y fue defendida entre otros autores por Snell, Puteanus, Cysat, Fromondus y Camillo Glorioso, aunque frecuentemente se aceptaba que no todos los cometas se formaban así. A partir de los estudios de las manchas solares del astrónomo jesuita Christpoh Scheiner, los astrónomos y filósofos jesuitas se acogieron frecuentemente a esta teoría de las exhalaciones del Sol, como Riccioli no deja de señalar, aunque también se solía aceptar que dichas exhalaciones podían proceder de otros astros, e

[33] Kircher (1671), p. 226-227; véase Camenietzki (1995). Lubienietski (1681), v. 1, p. 757 y ss., describe el contenido de la *Fisiologia nuova della natura delle cometa*, Roma, 1665, publicada por un discipulo de Kircher, Gioseffo Petrucci, y escrita, al parecer, por Kircher. Véase Flechter (1986).



incluso de la Tierra, como hace Kircher, con lo que no le quitaban del todo la razón a Aristóteles y admitían que algunos cometas podían ser sublunares. [34]

Kino, aunque confiesa que el cometa es un enigma, "un luminoso enigma —como decía Riccioli— que propone la omnipotente sabiduría de Dios, a cuya soltura, descifra, o explicación no hay entre todos los ingenios de acá abajo suficiente Edipo", acogiéndose al pronóstico de Séneca de que con el tiempo se iría descifrando su naturaleza, se acoge a la teoría de las exhalaciones. Distingue cometas celestes y sublunares y, siguiendo a Kircher, expone que los planetas son cuerpos análogos a la Tierra. Los celestes se formarían de las exhalaciones de los planetas o del Sol. En cuanto al cometa motivo de la disputa, sería de aquellos formados por las exhalaciones solares. En su apoyo dice que los astrónomos modernos han observado que "en el tiempo que duran los cometas cesan aquellas como máculas o lunares que se suelen ver en el Sol", una afirmación recogida también por Riccioli en el *Almagestum Novum*, quien cita el caso del año 1618 en el que aparecieron tres cometas y no se observaron manchas en el astro rey. Aunque este científico también menciona otros casos en los que no se vieron manchas, sin que se registrase la aparición de ningún cometa.[35] Sigüenza no cuestiona el origen solar del cometa, pero señala que no es sino una hipótesis o supuesto probable, del que no se puede demostrar de forma indiscutible lo que pretende Kino: que por tener su origen en las manchas solares, estaría apartado de la Tierra 1150 r.t. En primer lugar porque hay muchos testimonios de diversos científicos: Riccioli, Fortunio Liceto, Christoph Griemberger, Andreas Argoli, Gassendi, Hevelius, que con frecuencia observaron al Sol sin manchas y sin que aparecieran cometas, lo que es cierto. Además, añade Sigüenza, si la opinión de Kino fuera "tan probabilísima y conforme a la razón y buena filosofía", la aceptarían todos los autores modernos que han investigado con seriedad estas cosas. Pero si bien hay indudablemente destacados seguidores de la teoría propuesta por Kino, hay más, como Tycho Brahe, Longomontano y otros, entre ellos su predecesor en la cátedra de matemáticas, fray Diego Rodríguez, que sostienen que se forma de la misma materia de que se forma la Vía Láctea. Y aun hay quienes proponen diversas teorías.

Aunque Sigüenza tiene toda la razón al exponer la diversidad de opiniones acerca de los cometas, y el carácter de mera suposición probable de las mismas, debe señalarse que Kino no había hecho sino propo-

[34] Véase Riccioli (1651), v. 2, lib. VIII, sect. I, p. 38-39.
[35] Riccioli (1651), *ibid.*, p. 58.



ner una de las más difundidas entre los astrónomos y filósofos contemporáneos. El propio novohispano en su *Manifiesto* había dicho que el que los cometas se forman de las evaporaciones de las estrellas "se prueba invictamente habiendo reconocido que, después de acabado el de 1664 y 1665, no se le observaron manchas algunas al Sol por muchos meses" (*Libra*, p.13), aunque previamente había señalado que "nadie hasta ahora ha podido saber con certidumbre física o matemática, de qué y en dónde se engendran los cometas".

Seguidamente, Sigüenza procede a mostrar que aunque el cometa proceda de las manchas o exhalaciones solares, no por ello ha de estar cerca del Sol. Para ello se basa, en primer lugar, en la rotación de éste acerca de su propio eje, supuesta por Kepler, demostrada por Scheiner y Galileo y aceptada por muchos, y por la mayoría de los astrónomos modernos. Segunda, que si del Sol emanan exhalaciones, este astro ha de tener atmósfera, como lo había señalado Kircher (y Kino explica prolijamente en su *Exposición*). Tercero, que si de acuerdo con los copernicanos la Tierra se mueve, con ella se moverá todo lo que sea de naturaleza terrestre. Igualmente, si el Sol se mueve, también lo hará su atmósfera. Cuarto, que para que de las manchas se forme un cometa es necesario que el Sol arroje al éter los vapores que lo formarán, mediante su "movimiento y circungiración rapidísima". Y para probarlo expone que la mancha, nube o vapor, en el Sol en rápida rotación, sale despedida por la tangente (p. 309).

El último razonamiento de Sigüenza aquí citado no es muy consistente y el recurso a la analogía con la Tierra lo arruina. De hecho, uno de los argumentos contra la teoría de Copérnico, que éste y Galileo se esforzaron por refutar, es que si la Tierra se moviese con rapidísima rotación, la fuerza centrífuga arrojaría al éter las cosas que hay sobre ella.[36] En cuanto a las nubes, y los cuerpos que flotan en el aire, Ptolomeo, según Copérnico, afirma que se desplazarían hacia el oeste. El polaco había contestado que el agua, "una parte no pequeña del aire y todas las cosas que en cierto modo tienen algún parentesco con ella", giraban con ella sin que hubiera ninguna violencia.[37] Galileo se esforzó por mostrar que de la rotación de la Tierra no resultaba ningún efecto perceptible. El propio Sigüenza parece estar de acuerdo con Copérnico y Galileo cuando afirma que si la Tierra se mueve en torno de su eje "todo lo que es de naturaleza terrestre" se mueve con ella. Sin embar-

[36] En realidad este argumento fue inventado por Copérnico, que se lo atribuyó a Ptolomeo, interpretando erróneamente sus palabras, acaso por lo deficiente de la traducción. Véase Hill (1984).

[37] Véase Copérnico (1573), lib. I, cap. VIII, p. 14. Citamos por la edición Copérnico (1982), p. 11.



go, y en clara contradicción con esto, luego afirma que la fuerza centrífuga despide al éter por la tangente, como la honda a la piedra, las exhalaciones o vapores solares.[38] Sin duda es cierto que si la Tierra o el Sol giraran a suficiente velocidad, de modo que el efecto de la fuerza centrífuga superara el de la gravedad correspondiente, las cosas terrestres serían despedidas por la tangente. Lo que no sucede en el caso de la Tierra, ni aun menos en el del Sol, cuya velocidad de rotación es muy inferior a la de la Tierra (Sigüenza aporta el dato de una vuelta sobre su eje cada 27 días) y su gravedad muy superior.

Las observaciones de Sigüenza

Éste, como instrumentos de los que se valió, menciona un telescopio provisto de un micrómetro consistente en una retícula "de subtilísimos hilos de plata" en el foco del ocular del telescopio, tal y como lo describe el conde de Malvasia[39] (p. 388). También menciona un sextante fabricado en Bruselas "por Georgio Meuris y que da grados y minutos con admirable precisión" (p. 389).

Para las longitudes y latitudes de las estrellas, se vale del catálogo de Riccioli en la *Astronomia Reformata* y la constante de precesión aceptada por éste para estimar los lugares de las estrellas en 1681.

Sigüenza calcula las coordenadas eclípticas del cometa, longitud y latitud, a partir de su posición relativa con dos estrellas fijas para diversos días, para lo que resuelve los triángulos esféricos necesarios. También calcula la latitud máxima del cometa y el ángulo de su órbita con la eclíptica, para lo que supone que el cometa se mueve circularmente recorriendo un ángulo de círculo máximo.

A estas observaciones hay que añadir las que hemos referido anteriormente en el marco de las críticas a Kino. A pesar de todo, Sigüenza no nos presenta su propia estimación de la paralaje del cometa, ni discute acerca de la forma de su trayectoria, como habían hecho en España Vicente Mut y José de Zaragoza, como hace prolijamente Riccioli en su *Almagestum Novum*, y como lo hicieron Halley y Newton y otros astrónomos europeos sobre éste y otros cometas.[40] Véase figura 4.

[38] Sigüenza cita explícitamente *Los Principios de la Filosofía* de Descartes (1995), parte 3ª, núm. 57, donde el francés explica cómo la piedra que gira circularmente retenida por la honda tiende a moverse en línea recta por la tangente.

[39] Hacia final de 1662 Malvasia (1662) imprimió su *Ephemerides Novissimae*, donde describió una retícula situada en el foco de su ocular. Véase, sobre la invención del micrómetro, McKeon (1971).

[40] Véase, sobre la cuestión de la trayectoria entre los astrónomos europeos, Ruffner (1971 y 1973). También, Wilson (1989), espec. p. 210 y ss.: "Cometary theory".



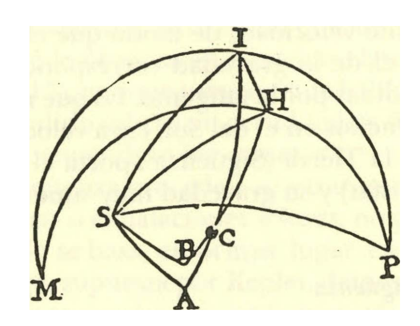


Figura 4. Del *Almagestum Novum*, de Riccioli. Corresponde a lo que Sigüenza llama "problema grimáldico"

Las ideas astronómico-cosmológicas de Sigüenza

Aunque todas sus afirmaciones cosmológicas están realizadas en el marco de la polémica con Kino, lo que introduce cierta ambigüedad acerca de hasta qué punto las suscribía, no obstante cabe presumir que el novohispano convenía con las doctrinas cosmológicas comúnmente aceptadas por los astrónomos españoles que menciona como amigos suyos, como Zaragoza y Caramuel, y, en general, con los mejores astrónomos de la orden jesuita. Éstos, en la época en que escribe Sigüenza, ya habían aceptado la revisión de aspectos muy importantes de la cosmología aristotélica y medieval, tales como la incorruptibilidad de los cielos, su fluidez e inexistencia de las esferas celestes y la semejanza entre la Tierra y los planetas y, por tanto, la semejanza o identidad de composición de materia elemental de todos los astros.

En el contexto de la discusión con Kino sobre el supuesto efecto nocivo o maligno de los cometas, defendido por éste, Sigüenza forma varias "presuposiciones" de orden cosmológico (p. 85 y siguientes):

La primera, que aunque todos los astros proceden de la misma materia "caótica elemental", que Dios creó al principio del mundo, no obstante no por ello coinciden totalmente en sus naturalezas, de modo que difieren en "fuerzas, propiedades y cualidades", o en "propiedades y virtudes", todo lo cual lo afirma siguiendo a Kircher.



La segunda, que todos los astros constan de atmósfera y centro; aquí, siguiendo a este científico, añade que todos constan de agua y tierra. También, que giran sobre sus propios centros.

La tercera, "que siendo cada uno diverso del otro en lo específico, también lo son sus atmósferas". Gracias a su diferencia específica, "es imposible que uno penetre en el otro", dice Kircher, según la cita de Sigüenza.

La cuarta, que "la gravedad de las cosas es una connatural apetencia que tienen a la conservación del todo de que son parte: de que se infiere que de la misma manera que si se lleva algo de nuestro globo terráqueo al globo de la Luna, no había de quedarse allí sino volverse a nosotros." Y, más adelante, cita a Kircher, quien afirma que de todo ello se sigue necesariamente: "que cada una de las partes de los astros tiende sólo a aquel todo que le es más natural posible y no tienen ninguna otra tendencia hacia otros astros de diferente naturaleza".

De todo ello Sigüenza concluye, que "no habiendo en la naturaleza cosa alguna que absolutamente sea leve", ya que todos los cuerpos tienden a unirse con aquellos en los que coinciden totalmente en naturaleza, las manchas solares, tras su resolución necesariamente volverán al Sol y, siendo así, de ningún modo podrían causar daño en la Tierra.

La idea de que la gravedad es una "tendencia natural ínsita en las partes por la divina providencia del hacedor del universo, para conferirles la unidad e integridad, juntándose en la forma de globo", la había propuesto Copérnico,[41] para evitar la incompatibilidad entre la idea aristotélica de gravedad, que impulsaba los cuerpos hacia el centro del universo, y el carácter planetario de la Tierra. Galileo se había expresado en términos semejantes, mientras que Kepler había introducido la idea de una atracción ejercida sobre el cuerpo desde fuera. Sin embargo, éste no había usado esta idea para explicar la dinámica planetaria: en este caso recurrió a una fuerza motriz emanada del Sol. El que no lo hiciera cabe interpretarlo como la persistencia de aspectos de la vieja concepción cualitativa del universo, según la cual la atracción podría darse entre cuerpos "emparentados", como según Kepler lo son una piedra y la Tierra, pero no entre cuerpos tan diferentes como el Sol (que en su gran analogía trinitaria representaba a Dios padre) y los planetas.[42]

Afirmar que la gravedad es una tendencia que reúne a los cuerpos en globos totales, y es una tendencia específica, ya que cada cuerpo se reúne con el que está emparentado, deja sin duda al físico mucha mayor libertad que lo hacía la idea aristotélica para organizar el mundo, como

[41] Copérnico (1573), libro I, cap. IX, p. 25 (ed. usada: Copérnico 1988, p. 113).
[42] Véase Koyré (1961), p. 195 y ss.





Copérnico y Galileo vieron con claridad, y sitúa en el mismo plano a la Tierra y los astros, permitiendo pensar en una Tierra planetaria. Sin embargo, además de que ello implica considerar la gravedad como un atributo inalienable de la materia (de su naturaleza), su especificidad relativa al globo al que cada cuerpo material pertenece señala la pervivencia de una división cualitativa del universo, como en el caso de Kepler. Es decir, con ello se da un paso importante hacia la unificación de los cielos y la Tierra, premisas de una cosmología copernicana, conservándose no obstante ideas que impiden esta total unificación y la identidad de las leyes de la naturaleza.

En cuanto al sistema del mundo aceptado por Sigüenza, la única mención que hace al de Copérnico es la arriba citada, donde presenta el movimiento de la Tierra como una hipótesis en su argumentación. Por esta época, en España, autores como Zaragoza se habían manifestado acordes con el sistema de Tycho Brahe, como, por lo demás, era bastante común entre los astrónomos jesuitas desde hacía varias décadas. En cuanto al de Copérnico, Zaragoza afirmaba en su *Esphera* (1675) que "por modo de hipótesis o suposición pueden todos valerse de ella para el cálculo de los planetas, con que sólo se condena la actual realidad de esta composición, pero no su posibilidad".[43] No hay razones para pensar que la postura de Sigüenza fuese muy diferente de ésta. Sobre si, no obstante, era un "copernicano en secreto", no tenemos base documental para afirmarlo o negarlo. La mención que hace del sistema de Copérnico en el pasaje arriba citado no tiene que ver con su uso hipotético para calcular o predecir posiciones planetarias, sino con el arrastre o no de la atmósfera de la Tierra, cuando ésta se mueve. En este caso, no se trata de la posible equivalencia cinemática entre el sistema de Tycho Brahe y el de Copérnico, que permitía concederles a ambos el *status* de hipótesis para "salvar las apariencias", sino que aquí o la Tierra se mueve y lleva consigo su atmósfera o está quieta. Y si lo está, la analogía con la Tierra no sirve para nada. Todo ello hace que resulte extraña esta mención del sistema de Copérnico, dado que Sigüenza, como todos los astrónomos de la Europa católica, no podía declarar públicamente la verdad del sistema del polaco, sino sólo su "posibilidad". Por otra parte, en el *Manifiesto*, Sigüenza habla del movimiento "diurno" de los cometas, lo que implica una concepción geocéntrica.

Al parecer, y por lo que dice Sebastián de Guzmán en el prólogo a la *Libra*[44] (p.14), en el *Belerefonte matemático*, Sigüenza había sido más explícito en cuanto a la trayectoria del cometa, proponiendo dos hipó-

[43] Zaragoza (1674), p. 45-46.
[44] Aunque no está firmado, cabe suponer que el autor es Sebastián de Guzmán.



tesis: "una trayectoria rectilínea en las hipótesis de Copérnico o por espiras cónicas en los vórtices cartesianos". La trayectoria rectilínea de los cometas la había propuesto Kepler, desde una perspectiva copernicana. Gassendi aceptó la propuesta de Kepler, aunque pensaba que el movimiento del cometa era uniforme. Descartes estudia el movimiento de los cometas a partir de la teoría de los vórtices, pero piensa que "uno posee una trayectoria, otro posee otra, sin seguir regla alguna que nos sea conocida" (128). Vicente Mut, desde una perspectiva geocéntrica, defendió una trayectoria rectilínea, que se curvaría formando una parábola, por la misma época en que Hevelius, seguidor de Copérnico, proponía también una trayectoria parabólica.[45] La referencia a las "espiras cónicas" parece remitir más bien a la idea muy difundida entre los jesuitas de que los dos movimientos, diurno y propio, formaban un movimiento espiral.[46]

También en el *Belerefonte*, Sigüenza se muestra bien informado de los descubrimientos telescópicos sobre el relieve lunar, los satélites de Júpiter y las apariencias de éste, Saturno (aunque no menciona la correcta interpretación de las apariencias de éste por Huygens, como un anillo)[47] y Marte. Todo ello le sirve para desmentir la teoría astrológica que asignaba a los planetas determinadas cualidades, reales o virtuales.

Mecenazgo y controversias científicas

En la historiografía de la ciencia sobre la época del Renacimiento y, sobre todo, del Barroco, se ha destacado recientemente la enorme importancia del mecenazgo.[48] En relación con esto, Mario Biagioli ha puesto de relieve que el mecenazgo es la clave para comprender los procesos de identidad y formación de *status*, que son a su vez claves para entender tanto las actitudes cognitivas de los científicos como sus estrategias en su carrera científica.[49] La legitimación de la nueva ciencia implicaba mucho más que un debate epistemológico. La aceptación de la nueva concepción del mundo dependía también de la legitimación sociocognitiva de las disciplinas y de sus practicantes.

Por otra parte, también ha insistido Biagioli en que la institución del mecenazgo, que se puede encontrar representada en un científico

[45] Véanse mis trabajos Navarro (1996 y 1999).
[46] Véanse los trabajos citados en la nota anterior y las referencias incluidas en ellos.
[47] En cambio, menciona el satélite de Saturno (Titán) descubierto por Huygens en 1655.
[48] Véanse los trabajos reunidos en la obra editada por Moran (1991). Sobre el caso de Galileo, véase en particular Biagioli (1993).
[49] Biagioli (1993), p. 14.



como Galileo, no es estructuralmente diferente de la que puede reconstruirse a partir de las autobiografías y correspondencia de los artistas, poetas y cortesanos del Barroco. El medio a través del que las relaciones de mecenazgo se articulaban y mantenían era el intercambio de regalos y otros servicios y privilegios no cuantificables, cuya dimensión simbólica era tan importante como la material. Galileo, por ejemplo, cuando mostró su deseo de pasar al servicio del gran duque de Toscana no negoció su salario: éste era un resultado de la valía de Galileo y de la generosidad del gran duque (*noblesse oblige*). Por otra parte, la correspondencia del científico italiano ofrece amplia evidencia del intercambio de regalos entre clientes y mecenas en forma de presentes como instrumentos, libros, hospitalidad, cartas de introducción, vino, perros, pinturas, semillas de plantas exóticas, invitaciones a reuniones y ceremonias, acceso a importantes círculos y servicios y privilegios.

Las relaciones entre *status* social, honor y credibilidad, enmarcadas en la estructura social del mecenazgo, permiten dar cuenta de las disputas científicas de este periodo, las cuales parecen auténticos duelos. En algunas disputas famosas, como la Tycho Brahe contra Ursus sobre la prioridad en el descubrimiento del sistema del mundo llamado "tychónico", se advierte esto con claridad: el danés no ve el asunto como una cuestión de prioridad sino como un insulto hacia su nobleza como aristócrata y, por tanto, una transgresión del código del honor perpetrada por alguien de *status* inferior (Ursus era de origen campesino). En polémicas como las de Galileo con Capra sobre el compás militar, o de Tartaglia con Cardano a través de Ferrari, se advierte que lo que está en cuestión es el honor tanto o más que la credibilidad científica. En relación con ello, las disputas desempeñaban un papel importante en el proceso de autoformación de los científicos; su razón de ser era en parte la etiqueta cortesana y la dinámica del *status*. Uno de los que apoyaban a Galileo en sus disputas, monseñor Agucchi, le escribió: "no se puede ser honorable si no se es desafiado, y la reputación crece con la oposición, especialmente cuando los duelos se deciden con victorias".[50] Este análisis de las disputas científicas puede ayudarnos a explicar la que tuvo lugar entre Kino y Sigüenza.

Ambos dedicaron sus obras a sus patronos o mecenas. El segundo dedicó su *Manifiesto* a la virreina, condesa de Paredes, inquieta por la aparición el nuncio celestial. El objetivo de este "regalo" era tranquilizar a la virreina, mostrando el poco fundamento de las doctrinas que afir-

[50] Véase en Biagioli (1993), p. 60, un análisis de las disputas científicas en el contexto del mecenazgo. La cita de Agucchi en p. 65 procede de la correspondencia de Galileo (1890-1909), v. 2, p. 532..



maban que los cometas anunciaban y/o causaban calamidades y desgracias. El primero, por su parte, dedicó su *Exposición* al virrey.

La dedicatoria de Kino es una buena muestra de este género literario de dedicatorias. Galileo dedicó su *Nuncius Sidereus* al duque de Médicis, a quien regaló su descubrimiento de los satélites de Júpiter llamándolos "astros mediceos" para que "gracias a esta denominación reciban estas estrellas tanta dignidad cuanta confirieron las otras a los demás héroes". Así, "apenas han comenzado a resplandecer en la Tierra tus magnificencias (las de Cósimo II, recientemente coronado gran duque), aparecieron en el cielo unas estrellas brillantes que cual lenguas expresarán y celebrarán en todo tiempo tus nobilísimas virtudes".[51]

Kino dedica su *Exposición* al virrey "para que vuestro esplendor le haga benigna protección a la obra que se acostumbra y experimentamos con especialidad todos los de la sagrada familia de Jesús", y "le asista con su favorable influencia". El alemán se sirve de diversas metáforas celestiales para elogiar al virrey: "la Augusta Zerda [el virrey se llamaba Tomás Antonio Cerda y Aragón, conde de Paredes y marqués de la Laguna] [...] une y extiende [...] más esplendores que en las suyas el zodiaco". Además, igual que el Sol, recorriendo la eclíptica por el zodiaco, "mide e ilustra al mundo celeste [...] para la vida, conservación y lustre de uno y otro universo alto y bajo: así la esplendidísima Zerda [...] como eclíptica del español zodiaco y camino real de su Sol abraza por todas cuatro correspondencias cuanto de honoríficos títulos, y casa contiene la esfera del español cielo, o bien como medida suya". Expresa su deseo de que el cometa sea anuncio (o prólogo, como el de él a su escrito) "del felicísimo proceder, discurso y entero volumen de nuestra vida y acciones, concediéndonos la edad para lograr en la amable sujeción de nuestro Virreinato el sosiego, paz y tranquilidad...". Por tanto, a pesar de la "reputación de infeliz" del cometa, éste es declarado por Kino anuncio de las prosperidades del virrey. Para que así sea, el jesuita asegura que no dejará de rezar a la Virgen de Guadalupe, en cuya imagen aparece, como reina de los cielos, "rodeada del Sol, matizada de las estrellas, y alfombrada de la Luna y sustentada de un querube".

La dedicatoria de Kino de su escrito al virrey sería ásperamente criticada por Sigüenza: "Ni sé yo en qué universidad de Alemania se enseña tan cortesana política, como es querer deslucir al amigo con la misma persona a quien éste pretende tener grata con sus estudios". El novohispano considera la ofensa tanto mayor por cuanto con su

[51] Véase la dedicatoria de Galileo al duque de Toscana, Cósimo II de Médicis, de su *Sidereus Nuncius*, Venecia, 1610 (edición usada: Solís (1984), p. 31-35).

"tratadillo" se "hacía algún obsequio a la excelentísima María Luisa Gonzaga..." (p.7).

Sigüenza llamó a su libro *Libra*, recordando que es así como Orazio Grassi había bautizado a su texto, dirigido a criticar las teorías cometarias expuestas por Galileo por medio de Mario Guiducci, y no deja de señalar que si en aquella disputa el autor de la *Libra* fue el provocador, en su caso es el provocado (p.9). Cabe preguntar, ¿por qué, entonces, Sigüenza no eligió el título de la respuesta de Galileo, es decir, *El ensayador*?

Sin duda, porque quería dejar muy claro que su crítica no iba dirigida a la Compañía de Jesús ni hacia Kino como jesuita, sino exclusivamente hacia él como persona. De tal modo, si en Grassi, jesuita, que fue el que provocó, "no fue la acción censurable, ¿en mí como puede serlo, siendo el provocado, sino es que se quiere atropellar la razón y la justicia?". Sigüenza, que había sido jesuita y, al parecer, deseó volver a serlo y lo consiguió al final de su vida, de ningún modo quería enfrentarse a la Compañía, y ésta es una de las posibles razones por las que se resistió a publicar su *Libra*. [52]

Así, la disputa tiene varios aspectos y dimensiones. Como en otras disputas científicas, lo que está en juego no es sólo la credibilidad o verdad científica. Sino también el honor y legitimidad de los contendientes ante sus mecenas y administradores, y ante su público en general. Y, en relación con ello, el liderazgo científico. Sigüenza subraya cómo Kino ha puesto en cuestión su honorabilidad ante la virreina, y añade:

> además de esto, hallándome yo en mi patria con los créditos tales cuales, que me ha granjeado mi estudio con salario del rey nuestro señor, por ser su catedrático de matemáticas en la Universidad mexicana, no quiero que en algún tiempo se piense que el reverendo padre vino desde su provincia de Baviera a corregirme la plana [p. 9].

Sigüenza, como Galileo y los matemáticos de la revolución científica, ha de construir su identidad como científico. La solicitud del italiano de nombramiento de matemático y filósofo del gran duque de Toscana formaba parte de su estrategia de reivindicar la competencia de las matemáticas para discutir cuestiones de filosofía y elevar su *status* epistemológico y social.[53] Sigüenza, que escribe varias décadas des-

[52] Aunque las licencias para la publicación ya estaban dadas en 1682. La opinión de que Sigüenza se resistió a publicarla por no ofender a la Compañía la repiten todos sus biógrafos. Leonard (1984) remite esta opinión a Manuel Orozco y Berra.

[53] En la organización y jerarquía de los saberes de la Edad Media, las disciplinas matemáticas, como la óptica, la música o armonía o la astronomía eran calificadas como "matemáticas medias" y estaban subordinadas a la filosofía natural (aristotélica). La astronomía, en



pués, ya tiene muchos modelos en que apoyarse; entre ellos, su antecesor en la cátedra, Diego Rodríguez, y los mismos matemáticos jesuitas, que habían adelantado mucho en una batalla similar a la de Galileo, desde los tiempos en que Clavius se esforzaba por elevar el *status* de las disciplinas matemáticas en el Colegio Romano.[54] Pero Sigüenza, además de la reestructuración de todo el campo del saber a la que se asiste en el siglo XVII, y de las propias competencias del matemático, tiene que afirmar su identidad en relación con su condición de criollo. Así lo vemos reivindicar con orgullo esta condición, oponiendo al presumible desprecio por parte de Kino de las observaciones no hechas en Alemania, la existencia de matemáticos competentes "entre los carrizales y espadañas de la mexicana laguna" (p. 244). De este mexicanismo antieuropeísta, lo vemos pasar a un hispanismo igualmente orgulloso: "nosotros los españoles", exhibiendo su amistad con José de Zaragoza, "singularísimo amigo mío", y a preguntarse si Kino se atreve a afirmar que Zaragoza y Vicente Mut, de prestigio científico ampliamente reconocido, por ser españoles son ignorantes de las matemáticas.[55]

Sigüenza y la astrología

La astrología formaba parte, desde la Antigüedad, del repertorio de saberes, técnicas y habilidades del matemático o astrónomo. Ptolomeo había sintetizado sus principios y técnicas en el *Tetrabiblos*, advirtiendo al lector que la astrología no poseía la certeza de la astronomía, aunque no por ello se la debía considerar falsa. Durante el Renacimiento, la astrología se enseñaba en las universidades junto con la astronomía, y muchos de sus practicantes eran médicos. Las reservas de las religiones

cuanto disciplina matemática, no estaba legitimada para hacer afirmaciones cosmológicas sobre la naturaleza de los cielos, o cualquier otra cosa que no se refiriera a los aspectos puramente cuantitativos y predictivos. Véase sobre este tema mi trabajo, Navarro(1992) y la bibliografía citada en él.

[54] Véase Wallace (1984), Baldini (1992) y Dear (1991), en particular los capítulos 2: "Experience and Jesuit Mathematical Science: The Practical Importance of Methodology", y 4: "Apostolic Succesion, Astronomical Knowledge, and Scientific Traditions".

[55] Véase, sobre el mexicanismo antieuropeísta e hispanismo de Sigüenza, el prólogo de José Gaos a la edición Sigüenza (1959) de la *Libra*. Sobre lo que no estoy de acuerdo con Gaos es acerca de la atribución que éste hace de "antihispanismo" a Sigüenza cuando dice que acaso Kino no dé crédito a Vicente Mut y a José de Zaragoza por ser españoles. Este supuesto rechazo de la competencia de los astrónomos españoles se lo atribuye Sigüenza a Kino condicionalmente, viniendo a decir algo así como: "en el caso de que Kino no quiera dar crédito a Mut y Zaragoza, por ser españoles, aténgase a lo que dicen los científicos de otros países, que aun es más desfavorable a sus opiniones". Pero en ningún momento se identifica con esa opinión. Téngase en cuenta que Kino (1681), f. 9r, también cita a Zaragoza como autoridad sobre una cuestión técnica, y no despectivamente.



cristianas (protestante y católica) hacia la astrología tenían que ver con el determinismo astrológico, que todos los practicantes trataban de evitar en sus escritos, añadiendo la cláusula de que las estrellas "inclinan pero no obligan", aunque en la práctica no todos respetaban este principio. La astrología formaba así parte de los usos de las disciplinas matemáticas y, por lo tanto, de la legitimación social de los matemáticos. La bula de Sixto V impuso restricciones severas al cultivo de la astrología judiciaria en el mundo católico, pero no impidió que se siguiera cultivando con las precauciones necesarias, es decir, dejando claro que se excluía toda predicción que dependía del libre albedrío de las gentes.

Ciertamente, con el avance de la revolución científica el cultivo de la astrología fue disminuyendo, sobre todo entre los científicos protagonistas de este movimiento. Sin embargo, debe señalarse que la emergencia de las filosofías mecanicistas, la cada vez más extendida aceptación del sistema copernicano, y el desarrollo de la mecánica celeste newtoniana no fue la única causa de la crisis de la astrología, y la cuestión de esta crisis no está todavía ni mucho menos resuelta, ni bien comprendida en todos sus aspectos. Kepler, copernicano convencido, por ejemplo, siguió cultivando la astrología, aunque la fue reduciendo cada vez más a la doctrina de los aspectos.[56] Más instructivo resulta, para considerar el problema en toda su complejidad, el caso de Newton y sus ideas sobre los cometas. Como sus contemporáneos, el inglés no despojó a los cometas de su tradicional significado religioso, político o agrícola, sino que asimiló las funciones de ellos en su filosofía natural. Aunque los cometas eran descritos como cuerpos naturales que seguían trayectorias determinadas a través de los cielos, seguían siendo fenómenos que dependían de los designios de Dios. Dios usaba los cometas como medios naturales para conservar y renovar los cielos. Lo que distingue a Newton de sus predecesores es el nivel de actividad que asignó a los cometas. Aunque éste nunca vinculó los cometas con revoluciones políticas particulares, reformas religiosas, cuestiones de salud o agrícolas, usó los cometas para incitar revoluciones apocalípticas en el orden cósmico y transportar substancias que mantenían la vida en el orden cósmico. De modo que los cometas continuaban desempeñando las funciones teleológicas tradicionales, aunque ahora a escala cósmica. En consecuencia, eran tanto saludables como destructivos. En general, eran instrumentos para el mantenimiento cotidiano del sistema cósmico, pero en ocasiones podían ser instrumentos divinos del Apocalipsis.[57] Como ha señalado Simon Schaffer, la cometografía

[56] Véase Simon (1979), Field (1987).
[57] Véase Genuth (1988), especialmente p. 343 y ss.



newtoniana transformó la astrología en al menos dos modos. Primero, cambió la orientación desde la adivinación popular a una filosofía natural teleológicamente orientada, confiriéndoles a los cometas una función profunda y significado profético no menos dramático. Segundo, atacó una forma corrupta de idolatría que atribuía un falso poder espiritual a los cielos y a los gobernantes y sacerdotes en la tierra, generando falsa filosofía y falsa cometografía.[58]

Por su parte, Patrick Curry, en su estudio sobre la astrología en la Inglaterra de la Restauración, ha insistido en que, para analizar el declive de la astrología en la Inglaterra moderna hay que considerar, junto al efecto de los nuevos descubrimientos y teorías, la urbanización y alfabetización, una nueva ideología de "ayudarse a sí mismo", el fracaso de la astrología para adaptarse a los cambios sociales o institucionalizarse y sus asociaciones con reformadores sociales radicales, y la disociación entre la cultura refinada de las elites y la cultura popular, consiguiente a la emergencia de las clases medias y profesionales, que adoptaron la ideología de sus superiores socialmente.[59] Un estudio comparado de la astrología, su decadencia y sus posibles causas, entre diversos países de Europa, está aún por realizar.

En España, en la segunda mitad del siglo, se advierte un escepticismo creciente, entre los mejores científicos, hacia la astrología. Así, Vicente Mut, destacado astrónomo mallorquín de mediados de la centuria, corresponsal de Riccioli, afirmaba que "los pronósticos son muy dañosos para la República, porque se les da sobrado crédito; y es de modo que si el astrólogo acierta una vez (que habrá sido acaso) no se acuerda de las infinitas que yerra".[60] Y su trabajo sobre los cometas de 1664 y 1665, en el que adelantó la hipótesis de una trayectoria parabólica, concluía con una cita de Caramuel y su irónica inversión del vaticinio:

Est mala barba ea; non Superum hinc abit iras Cometes
Arma parat nobis; non bona significat.
Deinde problemmatice, et ordine retrogrado:
Significat bona; non nobis parat arma Cometes;
Ira abit Superum; non ea barba mala est.[61]

[58] Schaffer (1987), p. 219-245.
[59] Curry (1987). Sobre el problema de la decadencia de la astrología y sus causas, véase también Thomas (1973), Capp (1979), y la obra clásica de Thorndike (1958), v. 7 y 8. Recientemente, Geneva (1995), sin rechazar las otras explicaciones, ha defendido que la astrología resultó cada vez más obsoleta porque reflejaba un mundo en extinción de interdependientes armonías neoplatónicas.
[60] Mut (1640), p. 198.
[61] Mut (1666).



Versos citados también por Sigüenza.[62] Y José de Zaragoza, a su magnífico estudio del mismo cometa de 1664, añadió un *Discurso contra los astrólogos*, en el que, sin negar que los cometas pueden producir efectos perniciosos, ni desaprobar todas las partes de la astrología, señaló la imposibilidad de conocerlos con una mínima seguridad: "de los efectos del cometa no se puede saber cosa cierta ni aun conjeturar con mediana probabilidad".[63] Otro profesor del colegio imperial y también destacado matemático, Jean François Petrei, en su estudio del cometa de 1680, concluía:

> los que con tanta ansia preguntan quáles son los efectos, o pronósticos, de este cometa, podrán ver el centéssimo y último de los aphorismos de Ptolomeo. Y consultar a otros infinitos astrólogos, pues se hace aquí la misma protesta, que los padres de la Compañía en la China quando los occuparon en el ilustre Tribunal de las Mathemáticas, es a saber que igualmente nos apartamos de lo desgraciado de la astrología y seguimos lo asentado, y científico de la astronomía. [64]

Y Vicente Montano, militar, y autor de dos excelentes trabajos sobre los cometas de 1680 y 1689, consideraba a los cometas cuerpos celestes que siguen la trayectoria ordenada por Dios, "sin atender a las cosas sublunares que el vulgo suele atribuirles". Asimismo, le escribía al capitán general de la armada, duque de Alburquerque : "puedo con toda seguridad persuadir que se destierre el miedo que se huviere concebido por el descubrimiento de este fenómeno, mejorando los juicios y las esperanzas".[65]

El mismo cometa que provocó la polémica Sigüenza-Kino, ocasionó otra polémica en Madrid, entre Andrés Dávila y Heredia, ingeniero militar, Gaspar Bravo de Sobremonte, médico, Alonso de Zepeda y Adrada, "teniente de maestro de campo", y otros autores que escri-

[62] Sigüenza (1959), p. 228-229, los traduce: "Es mala esa barba; no se apartará de los dioses la ira/armas prepara a nosotros, no significa bienes// Significa bienes, no prepara armas el cometa a nosotros./ De los dioses la ira se apartará, no es mala esa barba."

[63] Del trabajo de Zaragoza titulado *Discurso del cometa del año 1664 y 1665* he localizado dos copias, una conservada en la Biblioteca de Santa Geneviève de París, ms. núm. 8932, f. 58r-65v, citada ya por Cotarelo (1935), en p. 217, núm. 17, y otra copia en la Academia de la Historia, col. *Cortes*, 9/2705, autógrafa y que incluye el *Discurso contra los astrólogos*. Otra copia separada de este "Discurso contra los astrólogos", también citada por Cotarelo, en la Biblioteca Nacional de Madrid, ms. 8932, f. 58r-65v.

[64] He encontrado dos copias del manuscrito de Petrei titulado *Observaciones de el cometa...de 1680* en la Academia de la Historia, col. *Cortes*, 9/2781 y 9/2782. Sobre Petrei, véase mi trabajo Navarro (1996).

[65] Vicente Montano, *Discurso astronómico...sobre el cometa aparecido en el mes de dizimbre de este presente año de mil seiscientos ochenta* [s.i., s.a.]



bieron con seudónimos en tono de burla: Miguel de Yepes, autotitulado "maestro de matemáticas de la Universidad de Cienpozuelos" y otro que firmaba "El pobre del carretón". [66]

Bravo de Sobremonte dirigió un fuerte ataque contra la astrología, afirmando que los "astrólogos son una gente falaz, vana, supersticiosa, que sin fundamento cierto, ni verosímil de su fingida ciencia, dizen mil variedades, y embustes, que el pueblo ignorante les da crédito, como vulgo, y los hombres doctos los estiman por lo que son...", y añade que son "admitidos de los príncipes, que los necesitan para calificar alguna parte de sus políticos engaños...". Bravo cuestiona el carácter de signo del cometa, ya que si el cometa anunciara muertes de príncipes y todos los desastres que acontecen en el mundo, harían falta muchos más cometas que estrellas hay en el cielo; finalmente expone la doctrina de los "modernos", de que son fenómenos celestes, que niega, y se acoge a la doctrina aristotélica, de los cometas como meteoros, ni más ni menos nocivos que cualquier otro meteoro. Bravo dedicó su folleto al marqués de Astorga, del Consejo de Estado. Al primero le contestó Dávila y Heredia, que se llamaba "señor de la Garena, capitán de cavallos, ingeniero militar y professor de las matemáticas". Éste, en su folleto de cuatro hojas apretadas, lanza contra Bravo una airada defensa de la astrología, y señala que había escrito un pronóstico "en que se publican los progresos de nuestro gran monarca Carlos Segundo".[67] Dávila defiende a los teólogos, astrólogos, filósofos y astrónomos de las injurias que, en su opinión, les había dirigido Bravo y exhibe su erudición, aunque no trata sobre el cometa ni describe las teorías sobre este tipo de fenómenos. Se limita a contraponer a Bravo citas, referencias y argumentos de autoridad. Por su parte, Alonso de Zepeda también contestó a Bravo de Sobremonte, defendiendo las tesis tradicionales sobre la cosmología aristotélica y defendiendo asimismo que la astrología "es ciencia verdadera infusa por Dios". Añadía que "ni Descartes, ni Tycho, ni el padre Zaragoza, y menos el abad, podrá probar cosa alguna contra estas verdades":

No es mi propósito aquí analizar con todo detalle esta interesante controversia. En cualquier caso, vale como un indicio más de la crisis

[66] De entre los folletos publicados, citaremos Sobremonte (1681), Dávila y Heredia (1681 a y b), Yepes (1681), Anónimo [s.a.]. Se trata de una muestra de los muchos folletos que se cruzaron en la controversia. Estamos ultimando un inventario que pretende ser lo más completo posible de los mismos, en el marco de nuestro proyecto de inventariar la literatura físico-matemática española desde finales del siglo XV en adelante. Hemos publicado ya el v. I, en Navarro *et al.* (1999) en colaboración con V. Salavert, Victoria Rosselló y V. Darás.

[67] Impreso en Madrid por Juan García Infanzón, según indica el propio Dávila; no lo hemos podido consultar todavía.

de la astrología en la España de las últimas décadas del siglo XVII en relación con lo que Curry llama las clases medias y profesionales. Téngase en cuenta que el último tercio del siglo XVII es el que se ha señalado como periodo de emergencia del movimiento novator, que planteó un programa de recepción sistemática y asimilación de la ciencia moderna en España.[68] Aunque también debe señalarse que en la polémica citada no todos los detractores de la astrología militaban necesariamente en el lado de la nueva cosmología, ni todos negaban alguna forma de influencia de los astros sobre la Tierra.[69]

La polémica entre Sigüenza y Kino y otros defensores de la astrología, como Martín de la Torre, contra quien el primero dirigió su *Belerefonte*, y el médico José de Escobar Salmerón y Castro, a cuyas aventuradas ideas Sigüenza no quiso responder, es también un indicio de la crisis de la astrología en Nueva España, y convendría profundizar más en los procesos de comunicación, intercambio e influencias mutuas entre México y España.

Sigüenza, catedrático de astrología y matemáticas de la Universidad, tenía entre sus atribuciones la de realizar lunarios y almanaques, lo que al propio tiempo le procuraban unos ingresos adicionales, como él mismo comenta en el almanaque y lunario para 1694:

> La propensión que tuve desde mis tiernos años a la enciclopedia de las divinas y humanas letras, me estimuló a gastar también algunos en el estudio de las matemáticas, la astrología, y lo que fue entonces ardor de la juventud se continuó después como obligación del puesto por que, obteniendo en la Real y Pontificia Universidad de México la cátedra de esta facultad, a 21 de julio del año de 1672, así por este como por los cortísimos medios con que hasta aquí he pasado, me necesité a proseguir la publicación de los lunarios, a que dio principio la consideración de lo fútil y desaprovechado de semejante empleo y de la ninguna honra y ascensos que se medran en este estudio.[70]

Desde 1671, fecha del primer lunario, hasta 1701, Sigüenza elaboró lunarios, pronósticos y almanaques casi cada año, con su nombre o con los seudónimos del "Mexicano" o "Juan de Torquemada."[71] La

[68] López Piñero (1969). Véase mi trabajo Navarro (1996) y la bibliografía citada en él sobre este tema.

[69] Según López Piñero (1969), p. 53, el siciliano Juan Bautista Angeleres, franciscano que practicó en Madrid el intrusismo médico, y muy aficionado a la astrología, se relacionó con novatores como Juan de Cabriada y simpatizaba con la teoría heliocéntrica.

[70] Publicado por Quintana (1969).

[71] Véase el texto de algunos de estos lunarios, o las aprobaciones y censuras de otros varios, en el libro de Quintana citado en la nota anterior.



polémica con Kino tuvo lugar en 1681; después de la polémica, y de sus ataques a la astrología, Sigüenza continuó elaborando pronósticos y almanaques hasta 1700. Sin embargo, en 1691, en el lunario y pronóstico que presentó para su aprobación, se expresó de forma satírica contra la astrología, calificándola de bagatela. El fiscal del Tribunal de la Inquisición señaló que no le parecía correcto "decir que tiene por bagatela la astrología en un hombre que no sólo debe profesarla sino estimarla y aplaudirla por hallarse catedrático de ella...", recomendándole a Sigüenza "o que no imprimiese dichos pronósticos pues dice lo hace violento y por gusto ajeno, o que si los imprimiese sea sin mezclar boberías".[72] No obstante, el año siguiente, redactó otro almanaque en el que señaló que, a pesar de tener la mejor biblioteca de las disciplinas de matemáticas de Nueva España y de dedicarse a su estudio desde casi muchacho, lo que había conseguido era "errar más mientras con más cuidado he hecho las prognosticaciones de los temporales del año y de las mudanzas del tiempo". De tal modo que "si al maestro que es de esta facultad en Nueva España y con tantos años de experiencia le sucede esto, lo mismo les acontecerá en sus prognosticaciones a los que no lo son". No obstante, seguidamente señala los errores en las efemérides de Argoli y en las *Tablas dánicas*,[73] que solía usar, errores que podían haber motivado los fallos en los pronósticos. Por ello, dice que había decidido valerse de las tablas de Riccioli y de Cassini, reduciéndolas al meridiano de México, y si "saliere mejor que los pasados me alegraré mucho, y si al contrario, se sabrá que no da más la astrología...".[74] No debió de acertar mucho en sus pronósticos, a pesar de usar mejores tablas, porque en el almanaque y lunario de 1694 volvió a cuestionar los pronósticos, indicando que le debía a la astrología grandes experiencias, y la principal era que cuando "mayor conato y vigilancia se pone en la confección de un lunario más se yerra", y que "más peca la astrología en la incertidumbre y falencia de sus aforismos, que los que (aunque sea con circunspección y escrúpulo) los manejan." Tras lo cual, y usando las nuevas efemérides de Flaminius de Mezavachis (Flaminio Mezzavaca), adecuadas a las recientes observaciones, procede a exponer su pronóstico para el año.[75]

Concluyendo, la posición de Sigüenza hacia la astrología en general, y hacia los pronósticos en particular, no puede juzgarse únicamente en términos cognitivos, considerando al individuo aislado; él en-

[72] Véase Quintana (1969), p. 193-194.
[73] Se refiere a las *Tablas* de Longomontanus, discípulo de Tycho Brahe.
[74] Quintana (1969), p. 197-198.
[75] *Cfr*. Quintana (1969), p. 242-243.



frentó la verdad o falsedad de determinadas doctrinas o teorías sobre el comportamiento del mundo y ha de entenderse en su contexto histórico, científico y cultural. Ha de atenderse a lo que hemos dicho arriba sobre las profundas transformaciones y reestructuraciones en el ámbito del saber y de las técnicas y procedimientos de las que Sigüenza era testigo y parte, no solamente en el ámbito de los conceptos y las teorías, sino también en la organización y función social de la ciencia. La profesión de científico, en general, y de matemático o astrónomo, en particular, en el siglo XVII no estaba ni mucho menos definida, y los científicos negociaban y luchaban precisamente por definirla, por autodefinrse, por construir su identidad, de acuerdo con lo que ellos percibían como sus intereses, tanto cognitivos como en lo relativo a la legitimación y alcance de sus actividades y mejora de su *status* social. Así, la actitud de Sigüenza debe evaluarse en estos términos y en este contexto: como catedrático de astrología y matemáticas, se ocupó de hacer lunarios y almanaques, una de las cosas que se esperaba que hiciese, como se lo recuerdan los inquisidores sorprendidos y en respuesta a su ridiculización de la astrología. También porque ello le procuraba unos ingresos adicionales. Su espíritu crítico le llevó a cuestionar la astrología, de la misma forma como la cosmología aristotélica o cualquier otra doctrina heredada supuestamente científica o racional, en una época en la que muchos de los científicos que Sigüenza más admiraba (y que eran además, algunos de ellos amigos y corresponsales suyos, como Zaragoza o Caramuel), estaban cuestionando o criticando abiertamente la validez de esta disciplina. Hacia 1680, a su cargo de catedrático, añadió el nombramiento de cosmógrafo del reino, según cédula especial, expedida por Carlos II.[76] Un nuevo cargo que implicaba nuevas responsabilidades y que acaso le debió de obligar a replantearse su identidad profesional y sus obligaciones materiales y morales como científico, y como máximo representante de las disciplinas matemáticas en Nueva España. La aparición del cometa, como era habitual con este tipo de fenómenos, provocó todo tipo de trabajos y pronósticos en toda Europa y en América. Ésta fue la ocasión para que Sigüenza liderara ahora una actitud crítica hacia la práctica astrológica. Pero la réplica de Kino, miembro de la Compañía de Jesús, a la que Sigüenza siempre respetó y deseó pertenecer, que había llegado a México con fama de destacado matemático, puso en cuestión su liderazgo científico. Sigüenza entonces se vio obligado a redactar la *Libra*, que no publicó, aunque se difundió entre sus amigos y, probablemente, entre

[76] *Cfr*. Leonard (1984), p. 87 y ss.



las personas que deseaba que la leyeran. Finalmente y por el empeño de uno de sus amigos, Sebastián de Guzmán, apareció publicada en 1690. Gracias a su fidelidad, siempre digna de admiración y respeto, por su rareza, podemos disfrutar de la lectura de esta apasionada polémica: uno de los textos más notables de la literatura en prosa en castellano de los dedicados a cuestiones científicas, que siempre nos puede deparar nuevas sorpresas.

Programas usados para cálculos de coordenadas del sol y de las estrellas:
Bretagnon, P.; Simon, J. L. (1986). *Planetary Programs and Tables --4000 to +2800,* Willmann-Bell Inc. Richmond, Virginia.
EZC COSMOS, Astrosoft, Inc. 1990. Versión 3.000.006

BIBLIOGRAFÍA

ANÓNIMO [s. a.], *El Pobre del Carretón contra los papeles, que han salido a luz con nombre de Don Andrés Dávila y Heredia*, [s.l.].

ARGOLI, A. (1659), *Ephemerides*, Lyon.

BARKER (1993), "The Optical Theory of Comets from Apian to Kepler", *Physis*, 30, 1-25.

BALDINI, U. (1992), *Legem impone subactis. Studi su filosofia e scienza dei Gesuiti in Italia*, Roma, Bulzoni.

BIAGIOLI, M. (1993), *Galileo Courtier. The Practice of Science in the Culture of Absolutism*, Chicago and London, The University of Chicago Press.

BOLTON, H. E. (1936), *Rim of Chistendom. A Biography of Eusebio Francisco Kino Pacific Coast Pioneer*, Tucson, Arizona, The University of Arizona Press.

BRAHE, T. (1913-29), *Opera omnia,* ed. ILE, Dreyer, 15 v., Copenhagen.

BURRUS, E. J. (1954), *Kino escribe a la duquesa. Correspondencia del P. Eusebio Francisco Kino con la duquesa de Aveiro y otros documentos*, Madrid, Porrúa.

CAMENIETZKI, C. Z. (1995), "L'extase interplanetaire d'Athanasius Kircher. Philosophie, cosmologie et discipline dans la Compagnie de Jésus au XVIIe siècle", *Nuncius, 10*, 3-32.

CAPP, B. (1979), *English Almanacs 1500-1800: Astrology and the Popular Press*, London, Faber and Faber

COPÉRNICO (1573), *De revolutionibus orbium colestium libri sex*, Nuremberg.

_______ (1982), *Sobre las revoluciones de los orbes celestes*, Madrid, Biblioteca Nacional, edición de Carlos Mínguez y Mercedes Testal.

COTARELO VALLEDOR, A. (1935), "El P. José de Zaragoza y la astronomía de su tiempo", en *Estudios sobre la ciencia española del siglo XVII*, Madrid, Asociación Nacional de Historiadores de la Ciencia Española, p. 65-225.

CURRY, P. (1987), "Saving Astrology in Restoration England: 'Whig' and 'Tory' Reforms", en Curry (ed.), p. 245-261.

_______ (ed.) (1987), *Astrology, Science and Society*, Woodbridge, Suffolk, The Boydell Press.

DÁVILA Y HEREDIA, A. (1681), *Responde... a la triaca...* Madrid.

_______ (1681), *Respuesta a la piedra de toque* [s. l.]

DEAR, P. (1991), *Discipline and Experience. The Mathematical Way in the Scientific Revolution*, Chicago and London, The University of Chicago Press.

DESCARTES, R. (1995), *Los principios de la Filosofía*, trad. de Guillermo Quintás, Madrid, Alianza.

FIELD, J.V. (1987), "Astrology in Kepler's Cosmology", en Curry (ed.), p.143-171.

FLECHTER, J. (1970), "Astronomy in the life and works of Athanasius Kircher", *Isis*, 61, p. 42-67.

FLECHTER, J. (1986), "Kircher and Astronomy: a Postcript", en Maristella Casciato, Maria Grazia Ianniello y Maria Vitale (ed.), *Enciclopedismo in Roma Barocca. Athanasius Kircher e il Museo del Collegio Romano tra Wunderkammer e museo scientifico*, Venezia, Marsilio Editori, p. 129-137.

GALILEO; KEPLER (1984), *El mensaje y el mensajero sideral*, ed. de Carlos Solís, Madrid, Alianza.

GALILEO (1890-1909), *Le Opere*, 20 v., Florencia, ed. Nazionale a cura di A. Favaro.

GARIN, E. (1994), *La cultura filosofica del Rinascimento Italiano*, Firenze, Bompianai.

GENEVA, A. (1995), *Astrology and the Seventeenth Century Mind*, Manchester, Manchester University Press.

GENUTH, S. (1988), *From monstrous signs to natural causes: the assimilation of comet lore into natural philosophy*, 2 v., Ann Arbor (doctoral diss. UMI)



GONZÁLEZ GONZÁLEZ, E., "Sigüenza y Góngora y la Universidad: crónica de un desencuentro" (en prensa).

HILL, D.K. (1984), "The Projection Argument in Galileo and Copernicus: Rhetorical Strategy in the Defence of the New System", *Annals of Science*, 41, 109-133.

JOST, T. P. (1978), *Missionart-Discoverer: padre Eusebio Kino*, Lisboa, Centro se Estudios de Cartografia Antigua (Junta de Investigaçoes Científicas do Ultramar).

KEPLER (1937), *Gesammelte Werke*. Ed. Walther Von Dick, Max Caspar *et al.*, Munich.

KINO, E. (1681), *Exposición astronómica de el cometa que el año de 1680 por los meses de Noviembre y Diciembre, y este año de 1681, por los meses de Enero y Febrero, se ha visto en todo el mundo, y le ha observado en la Ciudad de Cádiz*, México.

KIRCHER, A. (1671), *Iter Exstaticum Coeleste*, 3a. ed., Wurzburg.

KOYRÉ, A. (1961), *La révolution astronomique*, Paris, Hermann.

LEONARD, I. A. (1984), *Don Carlos de Sigüenza y Góngora. Un sabio mexicano del siglo XVII*, trad. de José Utrilla, México, Fondo de Cultura Económica.

LÓPEZ PIÑERO, J. M. (1969), *La introducción de la ciencia moderna en España*, 2 v., Barcelona, Ariel.

LÓPEZ PIÑERO; GLICK, T.F., V. NAVARRO BROTÓNS, E. PORTELA MARCO (ed.) (1983), *Diccionario Histórico de la Ciencia Moderna en España*, 2v., Barcelona, Península.

LUBIENIETSKI, S. (1681), *Theatrum cometicum*, Lyon.

MAEYANA, Y. (1974), "The Historical Development of Solar Theories in Late Sixteenth and Seventeenth centuries", *Vistas in Astronomy*, 16, 35-60.

MALVASIA, C. (1662), *Ephemerides Novissimae*, Módena.

MAYER, A. (1998), *Dos americanos, dos pensamientos: Carlos de Sigüenza y Góngora y Cotton Mayer*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Históricas.

MCKEON, R. (1971), "Les débuts de l'astronomie de précision. I. Histoire de la réalisation du micromètre astronomique", *Physis*, 13, p. 225-288.

MONTANO, V. (*cir*. 1681), *Discurso astronómico...sobre el cometa aparecido en el mes de dizimbre de este presente año de mil seiscientos ochenta* [s. l., s. a.].

MORAN, B.T. (1991), *Patronage and Institutions. Science, Technology, and Medicine at the European Court, 1500-1750*, Rochester, New York, The Boydell Press.

MORENO, R. (1983), "Carlos de Sigüenza y Góngora", en J. M. López Piñero, T. F. Glick, V. Navarro Brotóns y E. Portela Marco (ed.), *Diccionario Histórico de la Ciencia Moderna en España*, Barcelona, Península, v. 2, p. 324-326.

MUT, V. (1640), *El príncipe en la guerra y en la paz*, Madrid.

_______ (1666), *Cometarum anni MDCLXV*, Mallorca.

NAVARRO BROTÓNS, V. (1978), *La revolución científica en España: tradición y renovación en las ciencias físico-matemáticas*, Valencia, tesis doctoral.

_______ (1991), *Galileo*, Barcelona, Península.

_______ (1992), "La actividad astronómica en la España del siglo XVI: perspectivas historiográficas", *Arbor*, 142 (558-559-560), 185-217.

_______ (1996), "La ciencia en la España del siglo XVII: el cultivo de las disciplinas físico-matemáticas", *Arbor*, 153, 604-605.

_______ (1999), "Riccioli y la renovación científica en la España del siglo XVII", en M.T. Borgato, L. Pepe (ed.), *Riccioli e il merito scientifico dei gesuiti nell'età barocca* (Convegno: Ferrara-Bondegno, 1998) (en prensa).

NAVARRO, V.; V. SALAVERT; V. ROSSELLÓ; V. DARÁS (1999), *Bibliographia Physica, Astronomica et Mathematica Hispanica, 1482-1950*, v. I, Valencia, Instituto de Estudios Documentales e Históricos sobre la Ciencia.

OSORIO ROMERO, I. (1993), *La luz imaginaria. Epistolario de Atanasio Kircher con los novohispanos*, México, UNAM.

PÉREZ SALAZAR, F. (1928), *Biografía de don Carlos de Sigüenza y Góngora, seguida de varios documentos inéditos*, México, A. Librería de Robredo.

QUINTANA, J. M. (1969), *La astrología en la Nueva España en el siglo XVII (De Enrico Martínez a Sigüenza y Góngora)*, México.

RICCIOLI, G. B. (1651), *Almagestum Novum*, 2v., Bolonia.

ROSSELLÓ BOTEY, V. (1998), *Tradició i canvi científic en l'Astronomia espanyola del segle XVII*, Valencia, tesis doctoral.

RUFFNER, J. A. (1971), "The Curved and the Straight: Cometary Theory from Kepler to Hevelius", *Journal for the History of Astronomy*, 2, 178-194.

_______ (1973), *The Background and Early Development of Newton's Theory of Comets*, Ann Arbor (doctoral diss.).

SCHAFFER, S. (1987), "Newton's Comets and the transformation of Astrology", en Curry (ed.), p. 219-245.



SIGÜENZA Y GÓNGORA, C. (1959), *Libra Astronómica y Filosófica,* Mexico, UNAM.

SIMON, G. (1979), *Kepler, astronome, astrologue,* Paris, Gallimard.

SOBREMONTE, B. de (1681), *Piedra de Toque, en que se descubren los quilates de los pareceres sobre el cometa, que se ha visto el mes de Diziembre passado de 1680*, Madrid.

THOMAS, K. (1973), *Religion and the Decline of Magic*, London, Penguin Books.

THORNDIKE, L. (1958), *A History of Magic and Experimental Science*, v. VII y VIII, New York, Columbia University Press.

TRABULSE, E. (1974), *Ciencia y religión en el siglo XVII*, México, El Colegio de México.

_______ (1984), *Historia de la Ciencia en México. Estudios y textos, Siglo XVII*, México, Conacyt y Fondo de Cultura Económica.

_______ (1985), *La ciencia perdida*, México, Fondo de Cultura Económica.

_______ (1994), *Los orígenes de la ciencia moderna en México (1630-1680)*, México, Fondo de Cultura Económica.

WALLACE, W.A. (1984), *Galileo and His Sources. The Heritage of the Collegio Romano in Galileo's Science*, Princeton, Princeton University Press.

WILSON, C. (1989), "Predictive astronomy in the century after Kepler", en René Taton y Curtis Wilson (ed.), *Planetary astronomy from then Renaissance to the rise of astrophysics. Part A: Tycho Brahe to Newton*, Cambridge, Cambridge University Press, p.161-207.

YEPES, M. de (1681), *Discurso theológico y filosófico contra la Astrología...*, Madrid.

ZARAGOZA, J. (1674), *Esphera en común celeste y terráquea*, Madrid.


INSTITUTO
DE INVESTIGACIONES
HISTÓRICAS